



**VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ**

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

**FAKULTA STROJNÍHO INŽENÝRSTVÍ**

FACULTY OF MECHANICAL ENGINEERING

**ENERGETICKÝ ÚSTAV**

ENERGY INSTITUTE

**TECHNOLOGIE PŘÍPRAVY TEPLÉ VODY**

HOT WATER PREPARATION TECHNOLOGY

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

BACHELOR'S THESIS

**AUTOR PRÁCE**

AUTHOR

Pavel Štipský

**VEDOUCÍ PRÁCE**

SUPERVISOR

prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.

BRNO 2018



# Zadání bakalářské práce

Ústav: Energetický ústav  
Student: **Pavel Štipský**  
Studijní program: Strojírenství  
Studijní obor: Základy strojního inženýrství  
Vedoucí práce: **prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D.**  
Akademický rok: 2017/18

Ředitel ústavu Vám v souladu se zákonem č.111/1998 o vysokých školách a se Studijním a zkušebním řádem VUT v Brně určuje následující téma bakalářské práce:

## Technologie přípravy teplé vody

### Stručná charakteristika problematiky úkolu:

Cílem práce je zpracovat přehled možností ohřevu teplé užitkové vody pro rodinné domy, bytové jednotky, hotely, sportoviště a malé kuchyňské provozy. Členění bude provedeno podle zdroje energie.

### Cíle bakalářské práce:

Zpracovat přehled zařízení pro ohřev teplé vody v domácnostech a dalších neprůmyslových provozech, který bude sloužit projektantům. Součástí práce, by měly být i doporučení pro volbu systému pro ohřev vody. Součástí posouzení bude i ekonomie pořízení a provozování.

### Seznam doporučené literatury:

JIROUT, Vladimír. Příprava teplé vody. 2., přeprac. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2007. Sešit projektanta - pracovní podklady. ISBN 978-80-02-01910-7.

ČSN 06 0320. Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování. Praha: Český normalizační institut, 2006.

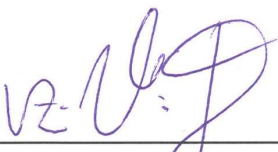
ÇENGEL, Yunus A., BOLES, Michael A. Thermodynamics an engineering approach. 8. New York: McGraw-Hill, 2015, 1115 s. ISBN 978-0-07-339817-4.

Termín odevzdání bakalářské práce je stanoven časovým plánem akademického roku 2017/18.

V Brně, dne 21. 10. 2017



  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Jiří Pospíšil, Ph.D.  
ředitel ústavu

  
\_\_\_\_\_  
doc. Ing. Jaroslav Katolický, Ph.D.  
děkan fakulty

## **ABSTRAKT**

Tato bakalářská práce se zabývá možnostmi přípravy teplé vody v domácnostech a jiných neprůmyslových objektech. V první části jsou popsány možnosti přípravy teplé vody. Ve druhé části je proveden návrh parametrů akumulčního a průtokového ohřívače pro rodinný dům dle normy ČSN 06 0320. Na základě získaných parametrů jsou vybrána ohřívací zařízení využívající rozdílné zdroje energie a je stanovena jejich přibližná roční provozní cena za přípravu teplé vody. Na konci této práce je katalog obsahující vybraná zařízení pro ohřev vody s jejich základními parametry.

### **Klíčová slova**

Technologie přípravy teplé vody, ohřívače vody, teplá voda, ekonomie ohřevu vody

## **ABSTRACT**

This bachelor thesis deals with methods of hot water preparation in households and other non-industrial objects. In first part there are described hot water preparation technologies. In second part there are designed parameters of tank and tankless water heater for family house using standard ČSN 06 0320. Based on these parameters there are chosen water heaters which use different fuels and for them there are calculated their annual operating costs for heating water. At the end of this thesis there is a catalogue containing selected water heating devices and their basic parameters.

### **Key words**

Hot water preparation technology, water heaters, hot water, economy of water heating

## **BIBLIOGRAFICKÁ CITACE**

ŠTÍPSKÝ, P. *Technologie přípravy teplé vody*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta strojního inženýrství, 2018. 73 s. Vedoucí bakalářské práce prof. Ing. Josef Štětina, Ph.D..

## **PROHLÁŠENÍ**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci na téma **Technologie přípravy teplé vody** vypracoval samostatně s použitím odborné literatury a pramenů, uvedených v seznamu, který tvoří přílohu této práce.

---

Datum

---

Pavel Štípský

## **PODĚKOVÁNÍ**

Děkuji tímto prof. Ing. Josefovi Štětinovi, Ph.D. za cenné připomínky a rady, které mi poskytl při vypracování závěrečné práce.



## OBSAH

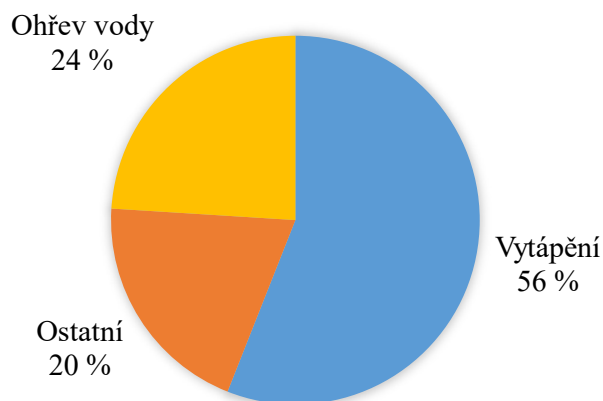
ÚVOD .....	11
1 Teplá voda .....	12
1.1 Jakost teplé vody .....	12
1.2 Legionella pneumophila .....	12
1.3 Úprava teplé vody .....	12
1.3.1 Filtrace mechanických nečistot .....	12
1.3.2 Změkčení vody .....	12
1.3.3 Odstranění železa a manganu .....	13
1.3.4 Zahubení bakterií .....	13
2 Způsoby přípravy teplé vody .....	14
2.1 Rozdělení dle místa ohřevu .....	14
2.1.1 Lokální příprava .....	14
2.1.2 Skupinová příprava .....	14
2.1.3 Ústřední příprava .....	14
2.2 Rozdělení dle způsobu předávání tepla .....	15
2.2.1 Přímý ohřev vody .....	15
2.2.2 Nepřímý ohřev vody .....	15
2.3 Rozdělení dle provozního tlaku v ohříváči .....	16
2.3.1 Beztlaké ohříváče vody .....	16
2.3.2 Tlakové ohříváče vody .....	16
2.4 Rozdělení dle typu konstrukce ohříváče .....	17
2.4.1 Průtokové ohříváče vody .....	17
2.4.2 Zásobníkové ohříváče vody .....	17
2.4.3 Smíšené ohříváče vody .....	17
3 Přehled zařízení pro ohřev vody .....	19
3.1 Ohříváče vody na plyn .....	19
3.1.1 Odvod spalín a přívod spalovacího vzduchu .....	19
3.1.2 Kondenzační ohříváče .....	21
3.2 Elektrické ohříváče vody .....	22
3.3 Kotle .....	22
3.4 Solární ohřev vody .....	22
3.4.1 Fotovoltaická příprava teplé vody .....	22
3.4.2 Fototermická příprava teplé vody .....	23

3.5	Tepelná čerpadla .....	25
3.5.1	Vzduch/voda.....	25
3.5.2	Voda/voda .....	25
3.5.3	Země/voda.....	25
4	Návrh parametrů ohřívacího zařízení pro rodinný dům .....	27
4.1	Stanovení množství teplé vody potřebné na jeden den .....	27
4.2	Stanovení teoretického tepla odebíraného z ohříváče za jeden den.....	27
4.3	Stanovení tepelných ztrát.....	27
4.4	Stanovení dodaného a odebraného tepla z ohříváče za jeden den .....	28
4.5	Stanovení odběru a dodávky tepla během dne.....	28
4.6	Návrh velikosti zásobníku teplé vody .....	29
4.7	Návrh tepelného výkonu zásobníkového ohříváče .....	30
4.8	Návrh tepelného výkonu průtokového ohříváče .....	30
5	Ekonomie pořízení a provozu zařízení pro ohřev vody v rodinném domu .....	31
5.1	Výpočet ceny ročního provozu plynových ohříváčů vody .....	31
5.1.1	Zásobníkový ohříváč Junkers S 120-1 23 .....	31
5.1.2	Průtokový ohříváč WRD 14-2 G.....	32
5.1.3	Kondenzační kotel Q7K-28-24-COMBI.....	32
5.2	Výpočet ceny ročního provozu elektrických ohříváčů vody .....	33
5.2.1	Zásobníkový ohříváč OKCE 250 S .....	33
5.2.2	Průtokový ohříváč Clage DSX Touch .....	34
5.3	Roční energetický přínos fototermického systému .....	35
5.4	Roční energetický přínos fotovoltaického systému .....	35
5.5	Roční provozní cena tepelného čerpadla.....	35
ZÁVĚR.....		36
SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ .....		38
SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK .....		41
SEZNAM OBRÁZKŮ.....		42
SEZNAM TABULEK.....		43
KATALOG.....		45

## ÚVOD

Teplá voda je pro lidstvo téměř nezbytností. Je využívána denně pro koupele, sprchování, umývání nádobí i úklid. Způsobů ohřevu vody je dnes velké množství. Mezi konvenční způsoby patří ohřev vody pomocí plynového nebo elektrického zařízení. Tyto ohřívače vody se však mohou kombinovat i s jinými, úspornějšími zařízeními, jako jsou solární kolektory nebo tepelná čerpadla.

### SPOTŘEBA ENERGIE V DOMÁCNOSTI



Obr. 1 Graf spotřeby energie v domácnosti z roku 2016 [1]

Z obr. 1 vyplývá, že značná část celkové energie spotřebované v domácnosti je vynaložena právě na přípravu teplé vody. Když se k tomu přidá fakt, že systémy pro ohřev vody mají poměrně dlouhou životnost, tak lze usuzovat, že každé úsporné opatření má v dlouhodobém měřítku výrazný dopad na ekonomické úspory. Proto je důležité navrhnout optimální systém pro ohřev teplé vody.

## 1 Teplá voda

### 1.1 Jakost teplé vody

Teplá voda je voda, která je zdravotně nezávadná a splňuje nároky na kvalitu vody určené k lidské spotřebě. Přestože se vyrábí z pitné vody, tak není určena k pití ani k vaření, protože se do ní mohou přidávat látky, které se při úpravě pitné vody běžně nepoužívají, nebo používat přípravky ve vyšších koncentracích než u vody pitné [2].

Teplá voda musí splňovat požadavky stanovené vyhláškou č. 293/2006 Sb., kterou se upravuje vyhláška č. 252/2004 Sb., stanovující hygienické limity mikrobiologických, biologických, fyzikálních, chemických a organoleptických ukazatelů jakosti teplé vody. Dále stanoví rozsah a četnost kontroly dodržení jakosti pitné vody a požadavky na metody kontroly jakosti pitné vody, ve znění vyhlášky č. 187/2005 Sb. (vyhlášky jsou citovány z [3]).

### 1.2 Legionella pneumophila

Legionella pneumophila je druh bakterií způsobujících legionářskou nemoc a pontackou horečku. K nákaze dochází vdechnutím vzduchu, který obsahuje legionely v drobných kapkách vody. Tyto bakterie se vyskytují ve vlhkých a teplých prostředích. Ideální rozmezí teplot pro jejich množení je 20 °C až 45 °C. Mezi teplotami 45 °C a 55 °C se přestanou rozmnožovat, ale přežívají až 6 hodin. Až od teploty 60 °C a výše dochází k termické dezinfekci – okamžitému úhynu bakterií. Největší riziko výskytu těchto bakterií je v částech potrubí s nedostatečným proudem vody, slepých ramenech, u výtokových míst a pod usazeninami na stěnách potrubí, bojlerů a zásobníků teplé vody [2], [4].

### 1.3 Úprava teplé vody

#### 1.3.1 Filtrace mechanických nečistot

Je to základní úprava teplé vody, která má za úkol odstranit pevné částice (drobné nečistoty, rez, bláto, ...) z vody. Princip této úpravy je prostý. Voda protéká přes filtr, který zachycuje nečistoty v ní obsažené. Postupem času se filtr zanáší a je nutné jej vyčistit nebo vyměnit za nový [5].

#### 1.3.2 Změkčení vody

Tvrdost vody je vyjadřováno množstvím rozpuštěných nerostů obsažených ve vodě. Vysoká tvrdost vody vede k problémům s tvorbou vodního kamene, který může poškodit zařízení využívající vodu. Proces snižování obsahu minerálů ve vodě je nazýván změkčování vody [5].

#### Měníč iontů

Změkčování vody může být prováděno pomocí změkčovačů vody nebo změkčovacích filtrů obsahujících změkčovací pryskyřici. Tato zařízení jsou umístěna ve vodovodním systému a při průtoku vody skrz ně dochází k výměně iontů způsobující změkčení vody. Úpravny vody fungující na principu výměny iontů jsou schopny kromě jejího změkčení i snížit obsah železa a manganu ve vodě [5].

### **SFS – Scale Free System**

Scale Free System z vody neodstraňuje minerální látky, ale pouze mění jejich strukturu za použití biokeramiky. Vápník je vázán na keramickou matici filtrační náplně, což způsobuje změnu jeho struktury. Po této změně ztrácí vápník svou schopnost usazování se, ale jeho obsah v upravené vodě se nemění [5].

### **Magnetická úpravna**

Magnetická úpravna vody nijak nemění složení vody. Při průchodu vody magnetickou úpravnou dochází k tvorbě mikroskopických krystalů z rozpuštěných minerálů, které jsou však v jiné krystalické soustavě, než byla jejich původní. Takto upravené krystalky netvoří vodní kámen a pokud se s ním dostanou do styku, tak jej rozpustí a přemění na kal, který je poté ze zařízení odváděn [5].

### **1.3.3 Odstranění železa a manganu**

Vysoký obsah železa a manganu ve vodě má nežádoucí účinky. Železo ve vodě způsobuje rezavý zákal a usazuje se v trubkách, kde ucpává přívod vody. Mangan tvoří mastné skvrny na povrchu vody a zapáchá [5].

### **Katalytická oxidace**

Do sklolaminátových nádob je přidávána filtrační směs způsobující urychlení oxidace železa kyslíkem obsaženým ve vodě. Při této reakci vznikají ve vodě nerozpustné sraženiny, které jsou zachytávány ve filtrační hmotě. Po úpravě určitého množství vody jsou sraženiny zpětným propláchnutím odvedeny do odpadu [6].

### **Filtrační vložky**

Upravovaná voda protéká přes tyto vložky, které zachycují nežádoucí částice. Jsou vhodné pro použití v místech s menší spotřebou vody nebo nižším obsahem železa a manganu, protože zachycené částice na nich zůstávají a za určitou dobu je nutná jejich výměna [5].

### **1.3.4 Zahubení bakterií**

#### **Chlorace vody**

Pro dezinfekci vody se do ní přidává chlór nebo jeho sloučeniny. Jedná se o velmi účinnou metodu odstranění bakterií. Chlorace vody má velmi nízké provozní náklady. Její hlavní nevýhodou je tvorba potenciálně karcinogenních vedlejších produktů, jejichž obsah ve vodě se musí kontrolovat [5].

#### **UV sterilizace**

Tato technologie využívá k hubení mikroorganismů UV záření. Při použití UV záření o dávce 400 J/m<sup>2</sup> se dosahuje až 99,99% úspěšnosti jejich likvidace. Výhody tohoto typu dezinfekce vody jsou nízké pořizovací i provozní náklady, neovlivňuje negativně složení vody [5], [7].

#### **Ultrafiltrace**

Ultrafiltrace je způsob filtrace vody, který vodu zbavuje všeho znečištění většího než 0,01 mikrometru. Tedy odstraňuje nejen bakterie a viry, ale také pesticidy, barviva nebo pyl, a přitom ve vodě ponechává minerální látky [5].

## 2 Způsoby přípravy teplé vody

### 2.1 Rozdělení dle místa ohřevu

#### 2.1.1 Lokální příprava

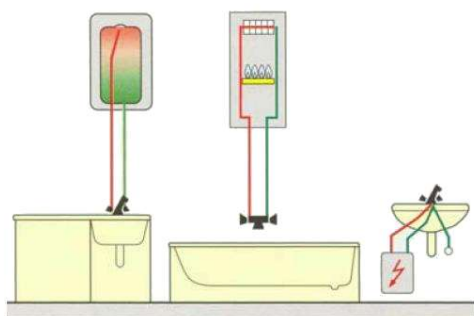
Lokální příprava teplé vody probíhá v ohřivačích umístěných v blízkosti místa odběru. Ohřivač bývá zpravidla napojen pouze na jeden výtok.

#### 2.1.2 Skupinová příprava

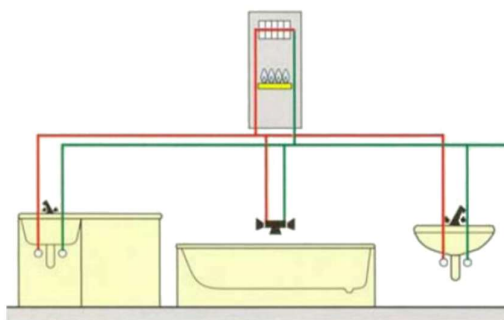
Ohřivač zásobuje více odběrných míst a je umístěn v jejich blízkosti. Skupinová příprava teplé vody se používá v objektech s malým množstvím odběrných míst, jako je třeba byt. Výhodou jsou krátké rozvody a nízké energetické ztráty. Nevýhodou je, že ohřivací zařízení zabírá značně velký prostor.

#### 2.1.3 Ústřední příprava

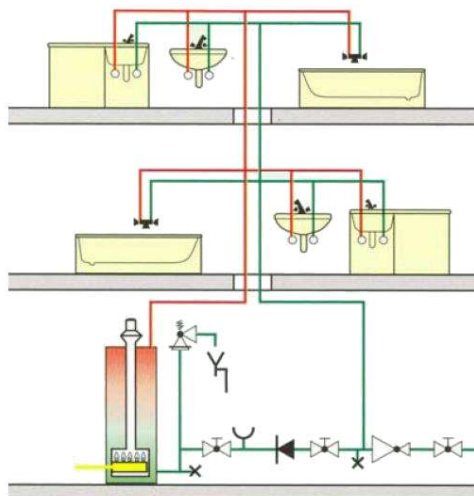
Teplá voda je připravována pro více odběrných míst objektu z jednoho místa, které není v bezprostřední blízkosti všech napojených výtokových míst (např. kotelna v bytovém domě). Výhodou je dostupnost velkého množství teplé vody. Nevýhodami jsou dlouhé rozvodní potrubí a větší energetické ztráty.



Obr. 2.1 Lokální příprava teplé vody [8]



Obr. 2.2 Skupinová příprava teplé vody [8]



Obr. 2.3 Ústřední příprava teplé vody [8]

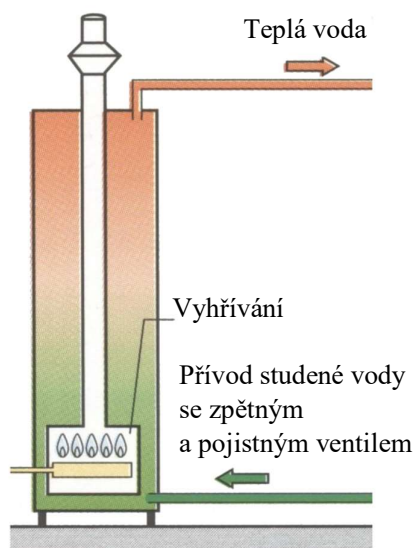
## 2.2 Rozdělení dle způsobu předávání tepla

### 2.2.1 Přímý ohřev vody

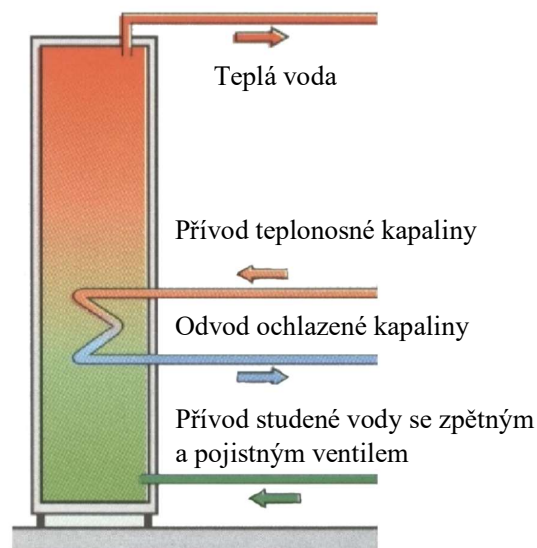
U přímého ohřevu vody je teplo z ohřívače předáváno přímo vodě určené ke spotřebě pomocí páry nebo míšení teplé vody s ohřívanou vodou.

### 2.2.2 Nepřímý ohřev vody

U nepřímého ohřevu dochází k přenosu tepla pomocí teplonosné kapaliny, která je ohřívána v ohřívači a poté odevzdává teplo vodě určené ke spotřebě ve výměníku tepla.



Obr. 2.4 Přímý ohřev vody [8]



Obr. 2.5 Nepřímý ohřev vody [8]

## 2.3 Rozdělení dle provozního tlaku v ohřivači

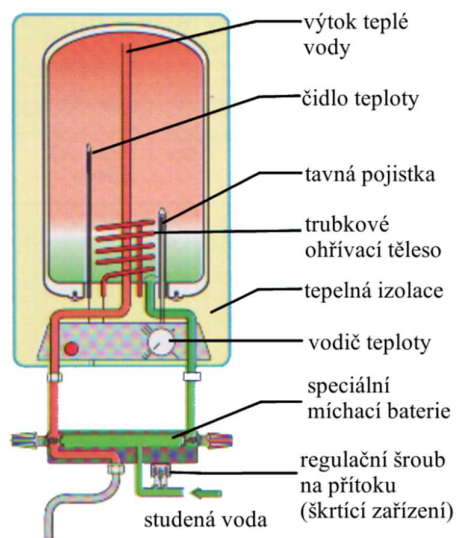
### 2.3.1 Beztlaké ohřivače vody

Beztlaké ohřivače, též nazývané otevřené, nejsou pod tlakem vodovodního rozvodu. Tento typ ohřivače je tedy vhodný pouze pro lokální ohřev, protože není schopen efektivně dodávat vodu do větších vzdáleností [9].

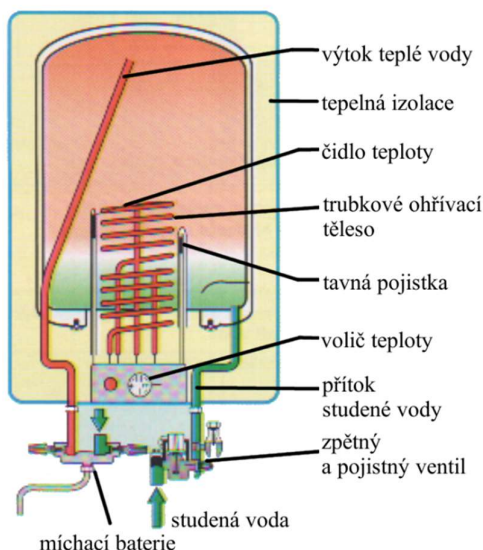
Teplá voda má nižší hustotu než studená, proto se zdržuje v horní části ohřivače. Při odběru teplé vody se do spodní části ohřivače začne napouštět voda studená, která tak vytlačuje teplou vodu do otevřeného výtokového potrubí.

### 2.3.2 Tlakové ohřivače vody

Na tlakové neboli uzavřené ohřivače působí tlak z vodovodního rozvodu i tlak vznikající roztažností vody při jejím ohřevu. Důležitou součástí tohoto typu ohřivačů je pojistný ventil umístěný na přívodu studené vody, který omezuje přetlak v ohřivači způsobený teplotní expanzí vody. Tyto ohřivače jsou schopny dodávat teplou vodu na větší vzdálenosti a do více odběrných míst [10].



Obr. 2.6 Schéma beztlakého ohřivače [8]



Obr. 2.7 Schéma tlakového ohřivače [8]



## 2.4 Rozdělení dle typu konstrukce ohřívače

### 2.4.1 Průtokové ohřívače vody

Průtokové ohřívače vody ohřívají vodu pouze v čase, kdy je požadována a ohřejí pouze takové množství, jaké se jí spotřebuje. Tento typ ohřívačů je vhodný do objektů, kde převládá nepravidelný ohřev vody v malých množstvích [11].

Studená voda protéká ohřívačem, ve kterém je ohřívána pomocí výměníku tepla s vysokým výkonem.

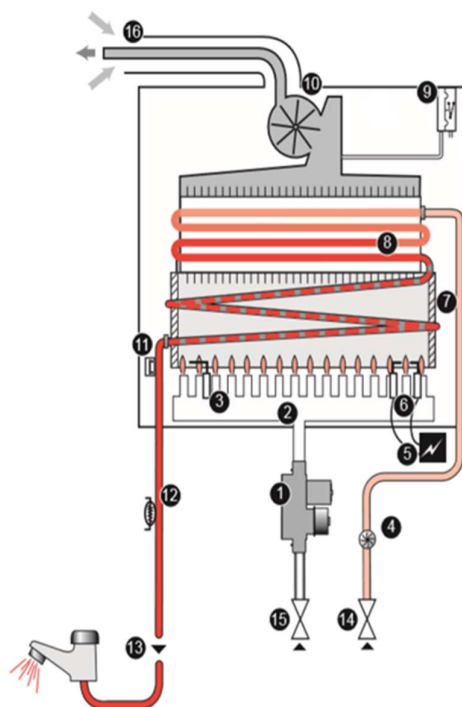
### 2.4.2 Zásobníkové ohřívače vody

Zásobníkové ohřívače vody mají v zásobníku určité množství vody, která je udržována na žádané teplotě a připravena k okamžitému použití. Tento typ ohřívačů je výhodný v případě, že se v objektu pravidelně spotřebovává větší množství teplé vody [11].

Do spodní části zásobníku ohřívače je trubkou dodávána studená voda, která je poté ohřívána. S rostoucí teplotou vody se snižuje její hustota a voda stoupá nahoru, odkud se potrubím přesouvá do místa spotřeby.

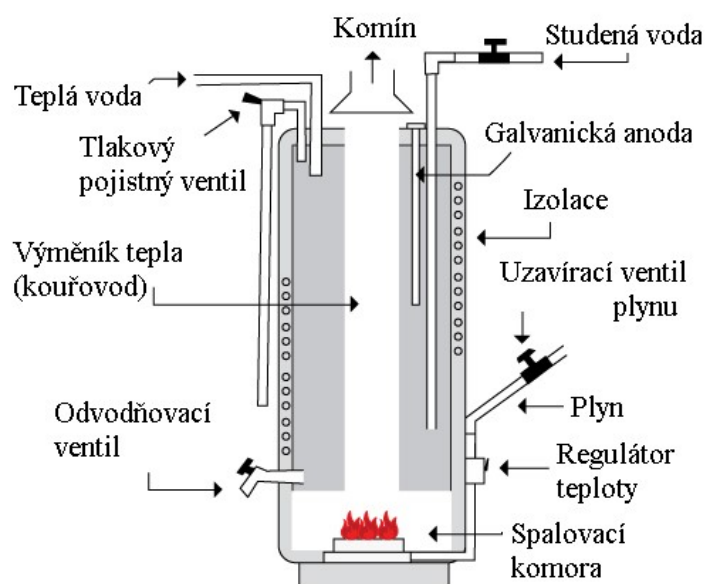
### 2.4.3 Smíšené ohřívače vody

Jde o průtokové ohřívače doplněné o zásobník teplé vody, který slouží k pokrytí krátkodobých odběrových špiček.



Obr. 2.8 Schéma průtokového ohřívače vody

1-Plynový ventil; 2-Hořák; 3-Elektroda pro kontrolu plamene; 4-Snímač průtoku; 5-Elektro-  
nický zapalovač; 6-Zapalovací elektroda; 7-Spalovací komora; 8-Tepelný výměník; 9-Pojistka  
zpětného proudění spalin; 10-Ventilátor; 11-Systém pro omezení přehřátí výměníku; 12-Tep-  
lotní čidlo; 13-Připojení teplé vody; 14-Připojení studené vody; 15-Připojení plynu; 16-Odtah  
spalin/ Sání vzduchu [12]



Obr. 2.9 Schéma plynového zásobníkového ohříváče vody [13]

### **3 Přehled zařízení pro ohřev vody**

#### **3.1 Ohříváče vody na plyn**

Plynové ohříváče vody připravují teplou vodu pomocí spalování zemního plynu nebo propanu. Jsou schopny dosahovat vyšších výkonů než ohříváče elektrické. Ohřev pomocí plynu je sice ekonomicky výhodnější než ohřev elektrickým ohříváčem, ale musí se počítat s vyššími pořizovacími náklady. Při pořízení plynového ohříváče se musí zřídit přípojka plynu a zajistit vhodný a bezpečný odvod spalin.

##### **3.1.1 Odvod spalin a přívod spalovacího vzduchu**

Zařízení, využívající ke svému chodu spalování plynu, můžeme rozdělit podle způsobu odtahu spalin na zařízení bez odtahu spalin, s přirozeným odtahem spalin do komínu a nuceným odtahem spalin pomocí ventilátoru – TURBO.

###### **Zařízení bez odtahu spalin**

Tato zařízení mají omezený výkon a neodvádějí spaliny ven z prostoru, ve kterém jsou nainstalována. Kvůli tomu je nutné zajistit dostatečný přísun čerstvého vzduchu do místnosti, ve které jsou umístěna. Neměla by být instalována do obytných místností, ale spíše do velkých prostor [11].

###### **Zařízení s přirozeným odtahem spalin**

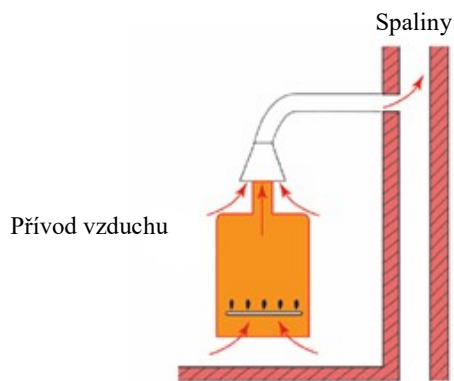
Zařízení s přirozeným odtahem spalin odebírají vzduch určený ke spalování z prostoru, ve kterém jsou nainstalována. Spaliny jsou odváděny přirozeným tahem komínu, který vzniká kvůli rozdílu teplot v komínu. Průměr, délka a vyvložkování komínu musí odpovídat výkonu daného plynového zařízení a zároveň musí být komín v souladu s platnými normami a předpisy a mít platnou revizi [14].

###### **Zařízení s nuceným odtahem spalin – TURBO**

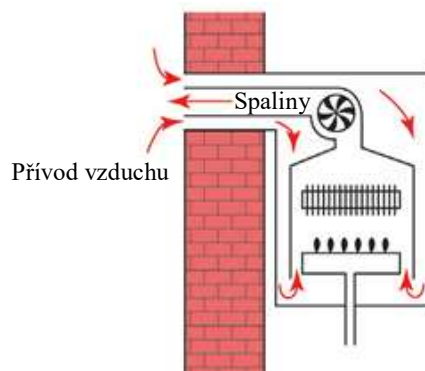
Tato zařízení využívají k přívodu spalovacího vzduchu a odvodu spalin ventilátor. Tato zařízení mohou být buď závislá na vzduchu z místnosti a nasávat spalovací vzduch přímo z místa, ve kterém jsou instalována, nebo odebírat spalovací vzduch z venkovního prostoru. U zařízení nezávislých na vzduchu z místnosti je vzduch z venkovního prostoru nasáván pomocí přetlaku a spaliny vytlačovány ventilátorem skrz koaxiální nebo oddělené potrubí. Neovlivňují tedy teplotu uvnitř místnosti. Při použití koaxiálního potrubí je možné dosáhnout vyšší účinnosti, protože dochází k ohřívání nasávaného vzduchu spalinami po celé délce spalinovodu. Potrubí může jít svisle skrz střechu nebo vodorovně skrz obvodovou stěnu [11], [14].

###### **Odtah spalin u kondenzačních zařízení**

U plynových kondenzačních zařízení je odvod spalin složitější. Je nutné použít systémy přívodu vzduchu a odvodu spalin uzpůsobené kondenzační technologii. Kvůli nízké teplotě spalin je nutné k jejich odvodu používat ventilátor. Další problém představuje kondenzát a vlhkost ve spalinách. Vnitřní konstrukce spalinovodu musí být z materiálů, které jsou vysoce odolné vůči korozi v kyselém agresivním prostředí a vůči vymývání daným kondenzátem [15].



Obr. 3.1 Přirozený odtah spalin [16]



Obr. 3.2 Nucený odtah spalin [16]



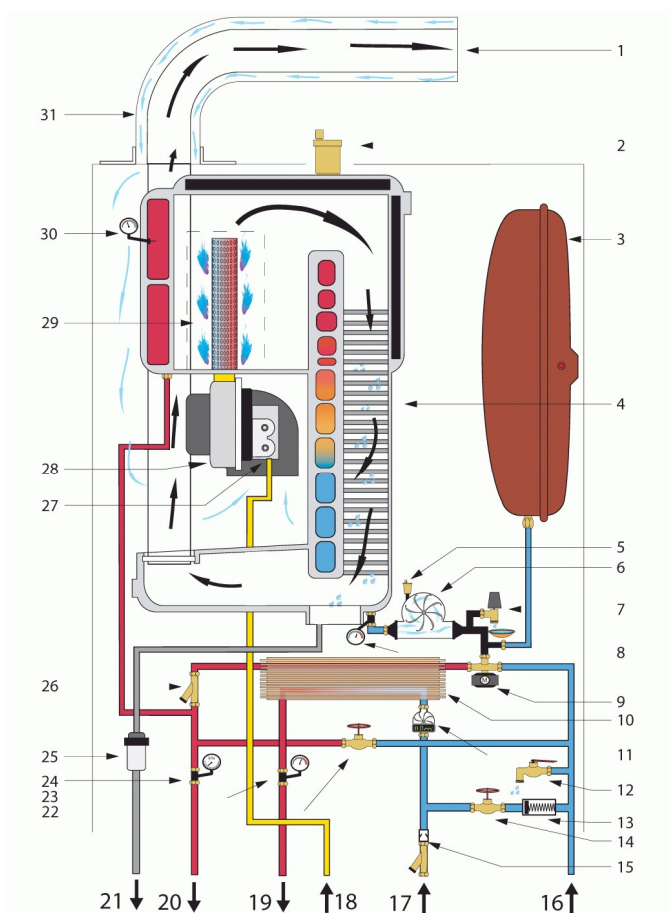
Obr. 3.3 Příklady řešení spalinových cest

1-Odvod spalin v komínovém tělese, provoz závislý na vzduchu z místnosti; 2-Odvod spalin v komínovém tělese, provoz nezávislý na vzduchu z místnosti; 3-Oddělené vedení spalin a přívod vzduchu, provoz nezávislý na vzduchu z místnosti; 4-Sdružený odvod spalin a přívod vzduchu komínovým tělese, provoz nezávislý na vzduchu z místnosti; 5-Vertikální odvod spalin a přívod vzduchu, provoz nezávislý na vzduchu z místnosti; 6- Odvod spalin a přívod vzduchu po venkovní stěně, provoz nezávislý na vzduchu z místnosti; 7-Sdružený odvod spalin se zpětnými klapkami v komínovém tělese, provoz závislý na vzduchu z místnosti; 8-Odvod spalin v komínovém tělese, provoz závislý na vzduchu z místnosti [17]

### 3.1.2 Kondenzační ohřivače

Kondenzační ohřivače využívají nejenom tepla vzniklého spalováním plynu, ale jsou na rozdíl od konvenčních ohřivačů schopny využít i teplo, které je obsažené ve spalinách. Vykonávají tak pomocí výkonných tepelných výměníků o velkých plochách, které odebírají spalinám dostatečně velké množství tepla, aby pára, která je v nich obsažena, kondenzovala a dodatečně tak předala uvolněné kondenzační teplo do ohřívání vody [11].

Při porovnání účinností výhřevnosti kondenzačního a konvenčního zařízení pro ohřev vody dosahuje kondenzační ohřivač vyšší účinnosti a nižší spotřeby energie až o 16 %. Navíc mají minimální hodnoty obsahu škodlivin [11].



Obr. 3.4 Pracovní schéma kondenzačního kotle Protherm Lev 24 KKV

1-Odvod spalin; 2-Odvzdušňovací ventil; 3-Expanzní nádoba; 4-Výměník; 5-Odvzdušňovací ventil; 6-Čerpadlo; 7-Pojistný ventil; 8-NTC snímač teploty otopné vody - vratné; 9-trícestný ventil; 10-Výměník teplé vody; 11-Snímač průtoku teplé vody; 12-Vypouštěcí ventil; 13-Zpětná klapka; 14-Napouštěcí ventil; 15-Filtr; 16-Vstup otopné vody; 17-Vstup teplé vody; 18-Vstup plynu; 19-Výstup teplé vody; 20-Výstup otopné vody; 21-Odvod kondenzátu; 22-By-pass; 23-NTC snímač teploty teplé vody; 24-Snímač tlaku otopné vody; 25-Sifon; 26-Filtr výměníku teplé vody; 27-Plynový ventil; 28-Ventilátor; 29-Hořák; 30-NTC snímač teploty otopné vody-vstupní; 31-Přívod vzduchu [18]

### **3.2 Elektrické ohřivače vody**

Elektrická zařízení pro přípravu teplé vody berou elektrickou energii z rozvodné sítě a předávají ji ve formě tepla pomocí topného tělesa ohříváné vodě.

Elektrické ohřivače vody mají ve srovnání s ohřivači využívajícími plyn výhodu ve snadnější instalaci. Není pro ně potřeba zařizovat přípojku plynu nebo odvod spalin, což se také projeví na výsledné pořizovací ceně.

Při ohřevu vody pomocí elektřiny je výhodné využívat nízkého tarifu. Po dobu trvání nízkého tarifu je všechna spotřebovaná elektrická energie účtována za nižší sazby. Nízký tarif je aktivován energetickými závody v době, kdy dochází k přebytku energie. Pro přepínání mezi vysokým a nízkým tarifem se využívá HDO – hromadné dálkové ovládání spotřebičů. Pomocí HDO se při přechodu z vysokého na nízký tarif vyšle signál, který aktivuje ohřev vody v bojleru, akumulární nádrži nebo kotli a poté při přechodu zpět na vysoký tarif dojde k jejich deaktivaci. Při používání průtokového ohřevu je moudré naplánovat činnosti vyžadující větší množství teplé vody na dobu nízkého tarifu, která se dá zjistit u poskytovatele elektřiny. Tímto způsobem je možné značně ušetřit za energie [19].

Nevýhodou elektrických ohřivačů je, že nedosahují tak velkých výkonů jako plynové zařízení a ceny elektřiny jsou vyšší než ceny plynu. Jejich provozní cena je tedy vyšší než u plynových ohřivačů.

### **3.3 Kotle**

Přípravu teplé vody a vytápění lze zajistit pomocí jednoho zařízení – kotle. Kotle je možné využít pro předehřev i pro ohřev vody. Primárně jsou určeny pro vytápění a funkci přípravy teplé vody mohou řešit různými způsoby.

#### **Přednostní ohřev vody**

V případě odběru teplé vody přestane kotel s vytápěním a soustředí se výhradně na přípravu teplé vody.

#### **Nepřímotopný zásobník**

Na kotel je napojena tepelně izolovaná nádoba s topnou spirálou. Topnou spirálou proudí topná voda, která tak ohřívá vodu určenou ke spotřebě. V případě, že je všechna teplá voda ze zásobníku spotřebována a stále je vyžadována další, je možné využít přednostního ohřevu teplé vody (pokud je ho dané zařízení schopno).

#### **Integrovaný zásobník**

Kotle se zabudovaným zásobníkem jsou vhodné pro pokrytí krátkodobých špiček odběru teplé vody, kdy výkon kotle nestačí na ohřev většího množství vody na dostatečnou teplotu.

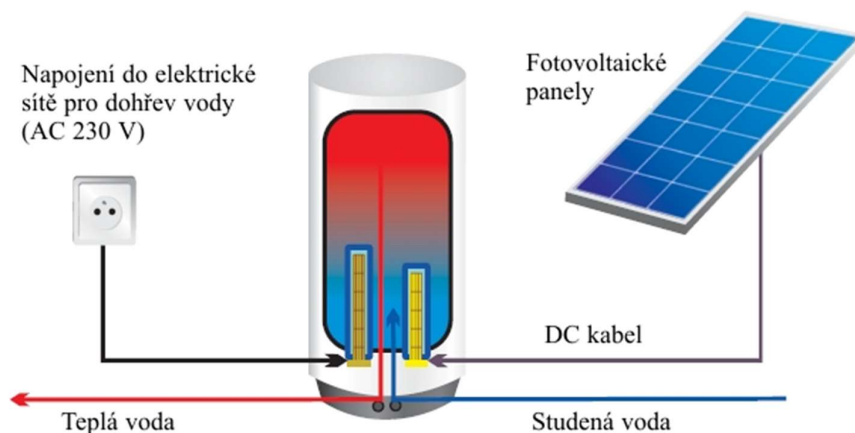
### **3.4 Solární ohřev vody**

Využití sluneční energie pro přípravu teplé vody má velký potenciál. Sluneční energie nic nestojí, nemá negativní vliv na životní prostředí a solární systémy mají poměrně dlouhou životnost.

#### **3.4.1 Fotovoltaická příprava teplé vody**

Při ohřívání vody pomocí fotovoltaických kolektorů se ze slunečního záření získává elektrická energie, pomocí které se poté ohřívá voda v zásobníku teplé vody. Pokud solární panely neprodukují dostatečné množství energie, je možné vodu dohřát pomocí jiného zdroje tepla

napojeného na zásobník. V případě, že je systém připojen k elektrické síti a voda v zásobníku dosáhne požadované teploty, může být elektrická energie přesměrována do sítě a zhodnocena. Fotovoltaický solární systém nepotřebuje oběhové čerpadlo, má nulové provozní náklady, ohřívá vodu i při nízkých venkovních teplotách a má nižší hmotnost a energetické ztráty než systém s fototermickými solárními panely. Nevýhodou fotovoltaického systému pro ohřev vody, je nižší účinnost, kterou je možné kompenzovat větší plochou solárních panelů [20].



Obr. 3.5 Schéma fotovoltaické přípravy teplé vody [21]

### 3.4.2 Fototermická příprava teplé vody

Tyto systémy využívají solární fototermické kolektory, které zachycují energii ze slunečních paprsků a předávají ji ve formě tepla přímo vodě určené k lidské spotřebě (přímý ohřev) nebo solární kapalině, která poté ohřívá vodu v zásobníku teplé vody pomocí výměníku tepla (nepřímý ohřev) [22].

Fototermické solární systémy jsou děleny na aktivní a pasivní. V aktivních systémech pro ohřev vody dochází k cirkulaci solární kapaliny nebo vody za pomoci oběhového čerpadla. Cena oběhového čerpadla je jedním z důvodů jejich vyšší pořizovací ceny. Tu však nahrazuje jejich účinnost a možnost flexibilnějšího umístění zásobníku teplé vody. Pasivní systémy pro ohřev vody využívají tepelné výměny prouděním. Při zahřívání teplotněsensitive kapaliny dochází ke snižování její hustoty a jejímu stoupání vzhůru do zásobníku teplé vody, kde předává své teplo ohříváné vodě [22].

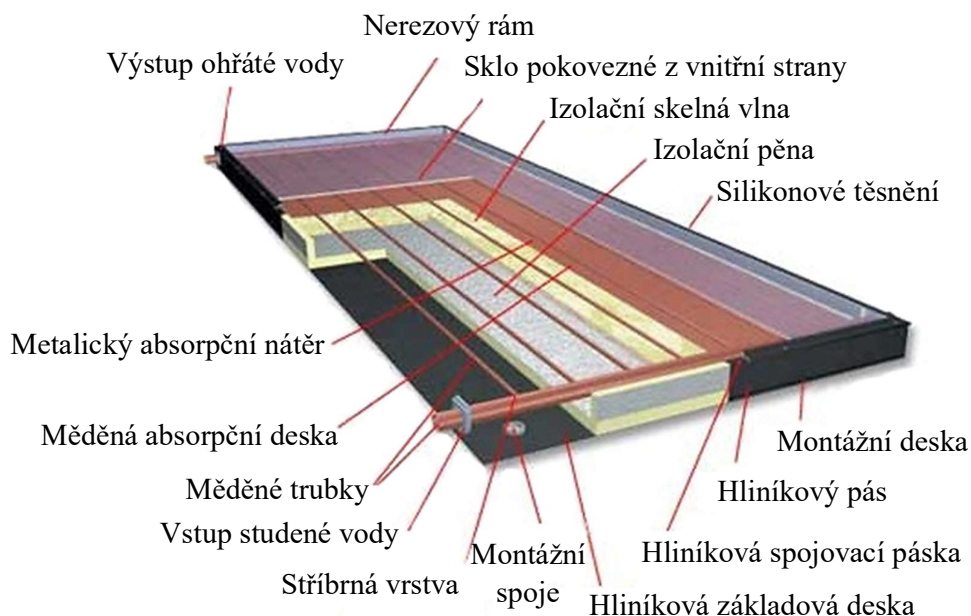
Aby se maximalizovala energetická efektivnost solární soustavy, je potřeba omezit spotřebu teplé vody a tepla na její přípravu úspornými opatřeními jako minimalizací délky rozvodů, instalací úsporných výtokových armatur, omezení tepelných ztrát rozvodů teplé vody a cirkulace a omezení běhu cirkulace na nezbytně nutnou dobu [22].

Hlavní výhodou fototermických systémů je jejich účinnost, která je vyšší než při použití fotovoltaických kolektorů. Mezi nevýhody patří vyšší hmotnost fototermických kolektorů, závislost účinnosti na venkovní teplotě, energetická spotřeba oběhového čerpadla a ztráty způsobené vedením teplotněsensitive kapaliny z kolektoru do zásobníku.

V solárních systémech pro ohřev teplé vody je možné použít různé druhy kolektorů:

### Ploché kolektory

Ploché kolektory se skládají ze systému trubek vedoucí ohřivanou kapalinu, průhledné desky a absorpční plochy, která může být natřena černým nátěrem nebo opatřena selektivní vrstvou. Černý nátěr i selektivní vrstva velmi dobře pohlcují tepelné záření. Rozdíl je ovšem v emisivitě. Selektivní vrstva v sobě přijatou energii udrží o mnoho lépe než černý nátěr, který její velkou část vyzařuje do okolí [23].



Obr. 3.6 Schéma plochého solárního kolektoru [23]

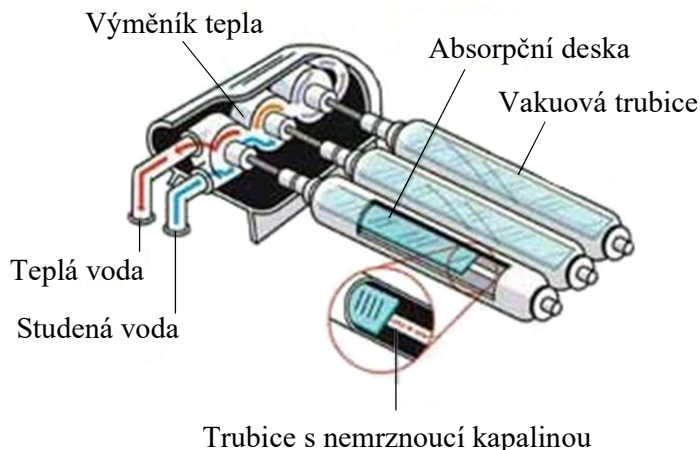
Mezi výhody plochých kolektorů patří nízká pořizovací cena a vysoká účinnost při slunečných dnech.

Tento typ slunečních kolektorů je dostupný také ve verzi s vakuovým dvojsklem, které omezuje tepelné ztráty na minimum. Tyto kolektory mají vyšší cenu než kolektory bez vakuového dvojskla, ale mají lepší účinnost a s dostatkem sluneční energie jsou schopny připravovat teplou vodu i při nízkých teplotách [23].

### Trubicové vakuové kolektory – heat-pipe

Jsou tvořeny dvojstěnnými trubicemi, mezi jejichž stěnami je vakuum zabraňující ztrátám tepla do okolí. V těchto trubicích je nemrznoucí kapalina, která se ohřívá vlivem tepla ze slunečního záření. Až tato nemrznoucí kapalina pojme dostatek tepla, stoupá ve formě páry do kondenzátoru, kde předává své teplo ohřívání vodě. Pára po předání tepla kondenzuje na kapalinu a stéká zpět do vakuové trubice [23].





Obr. 3.7 Schéma trubicového solárního kolektoru heat-pipe [23]

K dostání jsou také kolektory U-pipe, které pracují na stejném principu jako heat-pipe, ale mají lépe vyřešený převod tepla mezi solární kapalinou a ohřívanou vodou.

### 3.5 Tepelná čerpadla

Nejběžnějším typem jsou kompresorová tepelná čerpadla. Tato čerpadla odebírají teplo z venkovního prostředí, zvyšují jeho teplotní hladinu stlačením teplotnosného média a poté ho předávají výměníkem tepla dál do systému [24].

Tepelné čerpadlo lze využít pro vytápění i ohřev vody a dokáže značně snížit energetické náklady. Náklady na jeho provoz jsou nízké a umožňuje využívat výhodnějšího tarifu pro odběr elektrické energie. Jeho největší nevýhodou jsou vysoké pořizovací náklady. Pořízení tepelného čerpadla lze považovat za dlouhodobou investici [24].

#### 3.5.1 Vzduch/voda

Protože zařízení odebírá teplo ze vzduchu, je instalace jednoduchá a náklady na zařízení jsou nižší než u ostatních typů tepelných čerpadel.

Tento typ je vhodný do nízko-energetických nebo pasivních domů a do klimaticky mírnějších oblastí, kde nejsou dlouhodobě nízké teploty. Pro případ nízkých venkovních teplot je vhodné pořídit do systému i doplňkový zdroj tepla [11].

#### 3.5.2 Voda/voda

Zdrojem tepla je podzemní voda získaná z čerpací studny, ze které se odčerpá teplo a poté je ochlazená odváděna do vsakovací studny.

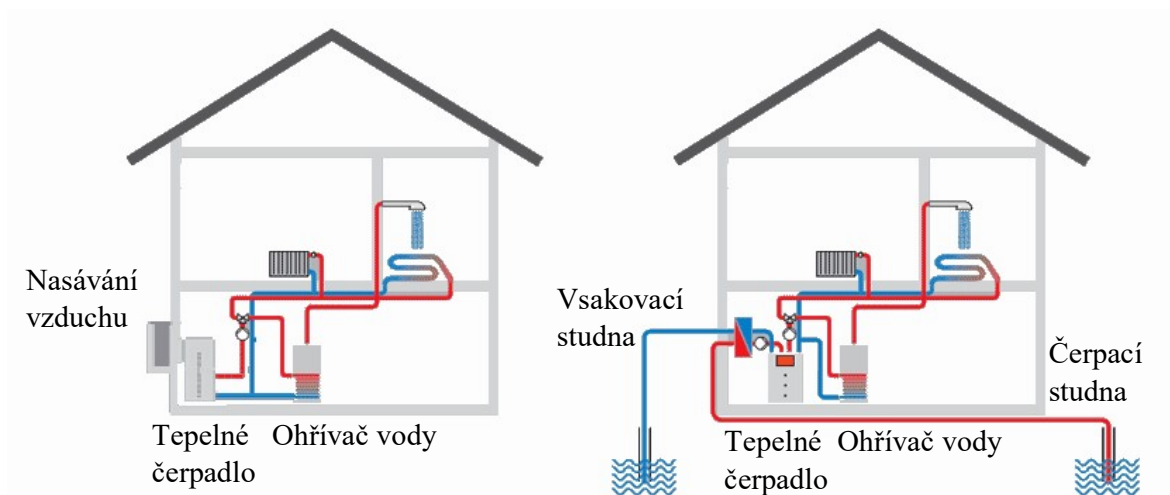
Tyto tepelná čerpadla dosahují největších účinností, ale u nás se jich moc nevyužívá kvůli náročnosti jejich instalace a údržby [11].

#### 3.5.3 Země/voda

Jejich instalace je poměrně nákladná, protože k získání tepla potřebují svislé vrty nebo zemní plošné kolektory.

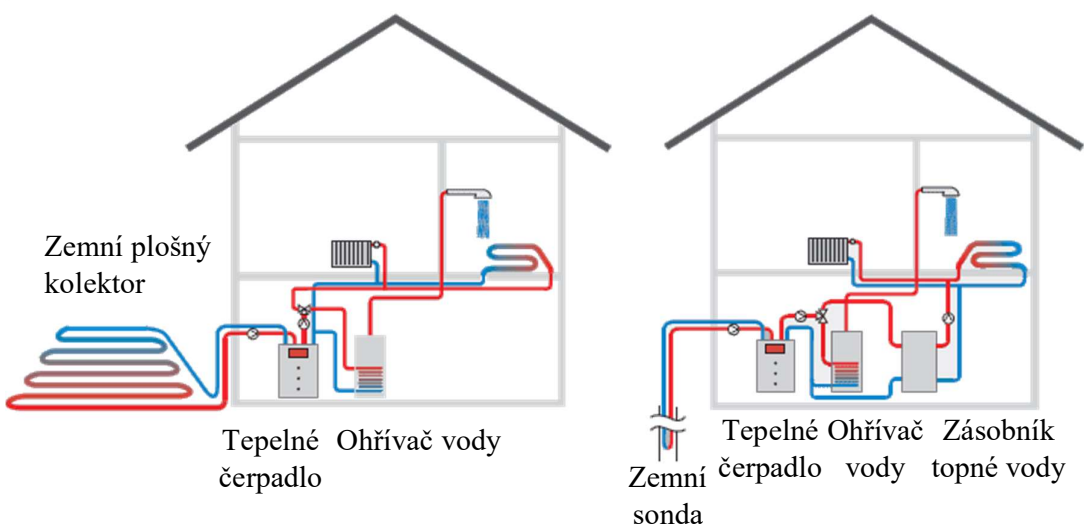
Svislé vrty mohou sahát do hloubky až 150 m a zavádí se do nich dvoutrubkové nebo čtyřtrubkové zemní sondy. Zemní plošné kolektory jsou naproti tomu prováděny pouze do hloubky přibližně 2 m a spoléhají na regeneraci využívané vrstvy pomocí slunečního záření,

venkovní teploty a srážek. Jeho hloubka se musí pečlivě zvážit, protože při malé hloubce dochází v zimě ke znatelnému ovlivnění venkovní teplotou a snížení jeho výkonosti. Při přílišné hloubce dochází naopak omezení účinnosti regenerace, a tedy i poklesu výkonosti [11].



Obr. 3.8 Schéma TČ vzduch/voda [25]

Obr. 3.9 Schéma TČ voda/voda [25]



Obr. 3.10 Schéma TČ země/voda se zemním plošným kolektorem a zemní sondou [25]

## 4 Návrh parametrů ohřívacího zařízení pro rodinný dům

Tato kapitola je zaměřena na navrhnutí optimální velikosti zásobníku teplé vody a výkonu potřebného pro zásobníkový a průtočný ohřev teplé vody v rodinném domě. Výpočet je vztažen na rodinný dům za předpokladu, že je obýván čtyřmi osobami. V domě je jedno umyvadlo, jeden dřez, jedna sprcha a jedna vana.

Výpočty jsou provedeny dle normy ČSN 06 0320 [26].

### 4.1 Stanovení množství teplé vody potřebné na jeden den

$$V_{2P} = V_o + V_j + V_u \quad (4.1)$$

$V_{2P}$	celkové množství teplé vody potřebné na jeden den	[m <sup>3</sup> ]
$V_o$	množství teplé vody potřebné pro mytí osob	[m <sup>3</sup> ]
$V_j$	množství teplé vody potřebné pro mytí nádobí	[m <sup>3</sup> ]
$V_u$	množství teplé vody potřebné pro úklid	[m <sup>3</sup> ]

Dle normy ČSN 06 0320 spotřebuje jeden obyvatel rodinného domu 82 l teplé vody za den.

$$V_{2P} = n_i \times 82 = 4 \times 82 \quad (4.2)$$

$$V_{2P} = 328 \text{ l}$$

$n_i$	počet osob v objektu	[–]
-------	----------------------	-----

### 4.2 Stanovení teoretického tepla odebíraného z ohříváče za jeden den

$$Q_{2t} = \frac{c \times \rho \times V_{2P} \times (\theta_2 - \theta_1)}{3600 \times 1000} \quad (4.3)$$

$Q_{2t}$	teoretické teplo odebírané z ohříváče za jeden den	[kWh]
$c$	měrná tepelná kapacita vody	[J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]
$\rho$	hustota vody při střední teplotě zásobníku	[kgm <sup>-3</sup> ]
$\theta_2$	teplota teplé vody (předpoklad $\theta_2 = 55 \text{ °C}$ )	[°C]
$\theta_1$	teplota studené vody (předpoklad $\theta_1 = 10 \text{ °C}$ )	[°C]

Dle normy ČSN 06 0320 je teoretické teplo odebrané z ohříváče za jeden den 4,3 kWh na jednu osobu.

$$Q_{2t} = n_i \times 4,3 = 4 \times 4,3 \quad (4.4)$$

$$Q_{2t} = 17,2 \text{ kWh}$$

### 4.3 Stanovení tepelných ztrát

Tepelné ztráty vzniklé při ohřevu a distribuci teplé vody jsou během dne uvažovány rovnoměrně a jsou stanoveny z rovnice (4.5). Pro výpočet je předpokládán součinitel poměrné ztráty tepla při ohřevu a distribuci teplé vody  $z = 0,3$ .

$$Q_{2z} = Q_{2t} \times z = 17,2 \times 0,3 \quad (4.5)$$

$$Q_{2z} = 5,16 \text{ kWh}$$

$Q_{2z}$	teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody za den	[kWh]
$z$	součinitel poměrné ztráty tepla při ohřevu a distribuci teplé vody	[kWh]

#### 4.4 Stanovení dodaného a odebraného tepla z ohřivače za jeden den

$$Q_{2P} = Q_{2t} + Q_{2z} = 17,2 + 5,16 \quad (4.6)$$

$$Q_{2P} = 22,36 \text{ kWh}$$

$Q_{2P}$  teplo odebrané z ohřivače během jednoho dne [kWh]

$$Q_{1P} = Q_{2P} \quad (4.7)$$

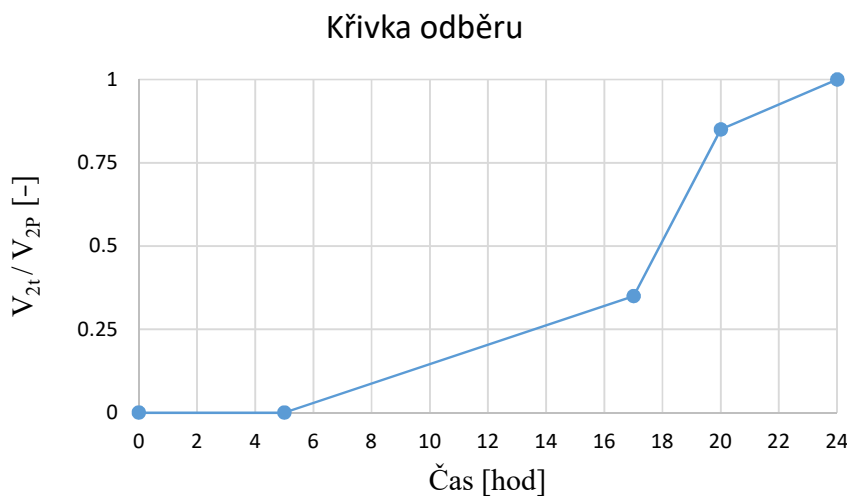
$Q_{1P}$  teplo dodané ohřivačem během jednoho dne [kWh]

#### 4.5 Stanovení odběru a dodávky tepla během dne

V normě ČSN 06 0320 je uvedena závislost odběru teplé vody na čase. Pomocí této závislosti lze sestavit křivku odběru a křivku dodávky tepla během dne.

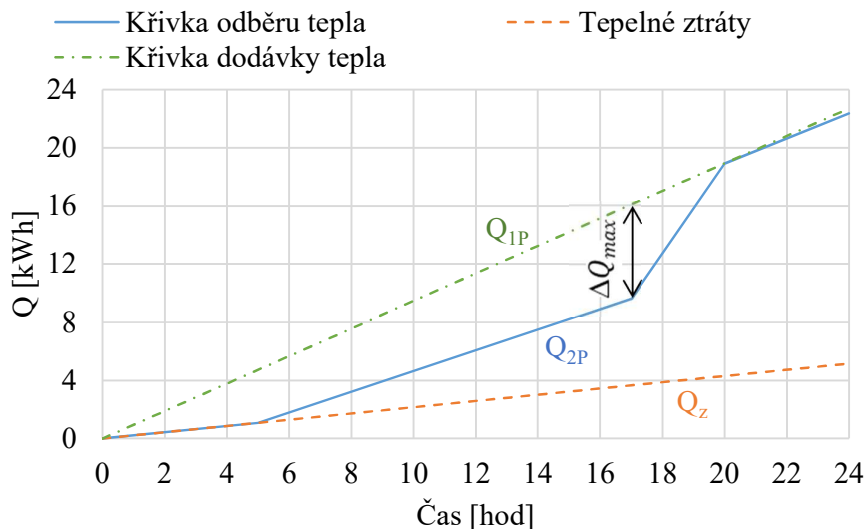
Tab. 4.1 Průběh spotřeby teplé vody v průběhu dne [26]

Časový interval		<5:00; 17:00>	(17:00; 20:00>	(20:00; 24:00>
$Q_{2t}$	[%]	35	50	15
	[kWh]	6,02	8,60	2,58
$V_{2P}$	[%]	35	50	15
	[l]	114,8	164,0	49,2

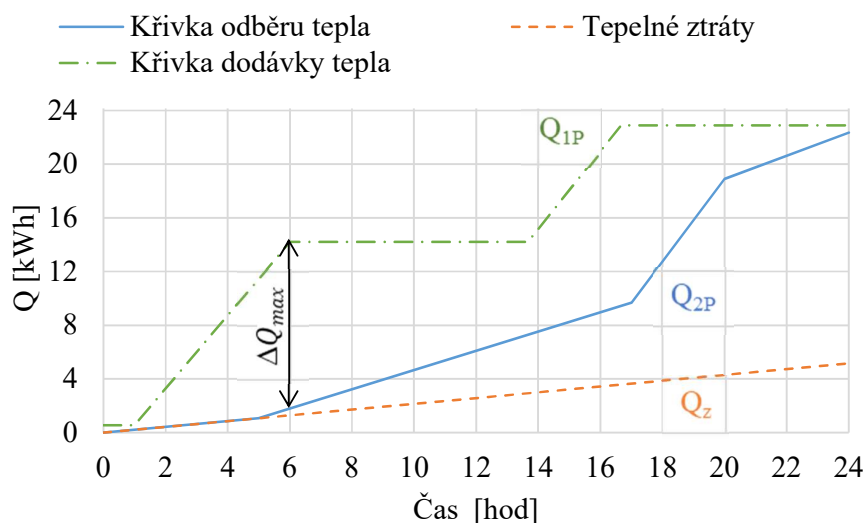


Obr. 4.1 Křivka odběru teplé vody v průběhu dne [26]

$V_{2t}$  množství spotřebované vody v daném čase [ $m^3$ ]



Obr. 4.2 Křivky odběru a dodávky tepla s konstantní dodávkou tepla [26]



Obr. 4.3 Křivky odběru a dodávky tepla s časově omezenými dodávkami tepla [26]

#### 4.6 Návrh velikosti zásobníku teplé vody

Při návrhu velikosti zásobníku plynového ohřívače se předpokládá konstantní dodávka tepla (viz obrázek 4.2).

$$V_Z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \times \rho \times (\theta_2 - \theta_1)} \quad (4.8)$$

$$V_Z = \frac{6,41 \times 1000 \times 3600}{4180 \times 1000 \times (55 - 10)}$$

$$V_Z = 123 \text{ l}$$

$V_Z$	objem zásobníku teplé vody	$[\text{m}^3]$
$\Delta Q_{max}$	maximální rozdíl tepla mezi křivkou dodávky a odběru tepla	$[\text{kWh}]$

Při návrhu velikosti zásobníku elektrického ohříváče se předpokládá, že voda bude ohřívána při nízkém tarifu. Ohřev vody tedy nebude konstantní, ale bude rozdělen do několika intervalů v průběhu dne (viz obrázek 4.3).

$$V_Z = \frac{\Delta Q_{max}}{c \times \rho \times (\theta_2 - \theta_1)} \quad (4.9)$$

$$V_Z = \frac{12,86 \times 1000 \times 3600}{4180 \times 1000 \times (55 - 10)}$$

$$V_Z = 246 \text{ l}$$

#### 4.7 Návrh tepelného výkonu zásobníkového ohříváče

Pro plynový zásobníkový ohříváč:

$$\Phi_{1n} = \left( \frac{Q_1}{t} \right)_{max} \quad (4.10)$$

$$\Phi_{1n} = \frac{22,36}{24}$$

$$\Phi_{1n} = 0,93 \text{ kW}$$

Pro elektrický zásobníkový ohříváč:

$$\Phi_{1n} = \left( \frac{Q_1}{t} \right)_{max} \quad (4.11)$$

$$\Phi_{1n} = \frac{22,575}{8}$$

$$\Phi_{1n} = 2,82 \text{ kW}$$

$\Phi_{1n}$	jmenovitý tepelný výkon ohříváče	[kW]
$Q_1$	teplo dodané ohříváčem do vody za periodu t	[kWh]
$\left( \frac{Q_1}{t} \right)_{max}$	maximální sklon křivky dodávky tepla během dne	[kW]

#### 4.8 Návrh tepelného výkonu průtokového ohříváče

Dle normy ČSN 06 0320 je největší tepelný výkon přítoku teplé vody  $q_v = 24,6 \text{ kW}$  potřebný pro vanovou baterii. Součinitel současnosti pro rodinný dům je  $s = 1$ . Předpokladem pro výpočet je, že při napouštění vany nebude teplá voda vyžadována u jiných výtoků.

$$\Phi_{max} = \sum (n_v \times q_v) \times s \quad (4.12)$$

$$\Phi_{max} = 1 \times 24,6 \times 1$$

$$\Phi_{max} = 24,6 \text{ kW}$$

$n_v$	počet výtokových zařízení se stejným tepelným výkonem přítoku	[-]
$q_v$	tepelný výkon přítoku jednoho výtokového zařízení	[kW]
s	součinitel současnosti	[-]

Za předpokladu, že nevadí delší doba napouštění teplé vody do vany nebo dřezu, je možné použít průtokový ohříváč s nižším tepelným výkonem.

## 5 Ekonomie pořízení a provozu zařízení pro ohřev vody v rodinném domu

Výpočet celkové roční potřeby energie na ohřev vody [27]:

$$Q_{1P,r} = Q_{1P,d} \times [d + 0,8 \times \frac{t_2 - t_{1L}}{t_2 - t_{1Z}} \times (N - d)] \quad (5.1)$$

Parametry pro výpočet:

$t_1 = 10\text{ °C}$	$t_{1L} = 15\text{ °C}$	$N = 365\text{ dnů}$	$V_{2P} = 0,328\text{ m}^{-3}$
$t_2 = 55\text{ °C}$	$t_{1Z} = 5\text{ °C}$	$c = 4180\text{ J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$	$Q_{2t} = 17,2\text{ kWh}$
$z = 0,3$	$d = 232\text{ dnů}$	$\rho = 1000\text{ kgm}^{-3}$	
$t_1$	teplota studené vody		[°C]
$t_2$	teplota ohřáté vody		[°C]
$z$	součinitel poměrné ztráty tepla při ohřevu a distribuci teplé vody		[–]
$t_{1L}$	teplota studené vody v létě		[°C]
$t_{1Z}$	teplota studené vody v zimě		[°C]
$d$	topné období		[den]
$N$	počet pracovních dnů soustavy v roce		[den]
$c$	měrná tepelná kapacita vody		[J kg <sup>-1</sup> K <sup>-1</sup> ]
$\rho$	hustota vody při střední teplotě zásobníku		[kg m <sup>-3</sup> ]
$V_{2P}$	celková potřeba teplé vody za jeden den		[m <sup>3</sup> ]

Předpokládané umístění zařízení pro přípravu teplé vody průtokovým ohřevem je přímo v koupelně (v blízkosti všech odběrných míst). Ztráty jsou tedy téměř zanedbatelné. Proto je pro výpočet uvažován součinitel poměrné ztráty tepla při ohřevu a distribuci teplé vody  $z = 0$ .

### 5.1 Výpočet ceny ročního provozu plynových ohřivačů vody

Cena za zřízení plynové přípojky se pohybuje kolem 30 000 Kč (bez DPH) [28].

Náklady na systém odtahu spalin se mohou pro různé objekty značně lišit. Cena se odvíjí od způsobu odtahu spalin, délky potrubí a toho, jestli je zařízení kondenzační.

Celková cena plynu na území E.ON Distribuce, a.s. při odběru 1,89–7,56 MWh/rok je 1,3541 Kč/kWh a při odběru 7,56–15 MWh/rok je 1,2802 Kč/kWh [29].

#### 5.1.1 Zásobníkový ohřivač Junkers S 120-1 23

Základní informace o ohřivači viz katalog strana 47.

Účinnost ohřivače:

$$\eta = \frac{P}{P_0} \quad (5.2)$$

$$\eta = \frac{6,1}{6,9} = 88,4\%$$

Stanovení denní potřeby energie pro ohřev teplé vody:

$$Q_{1P,d} = \frac{Q_{2P}}{\eta} \quad (5.3)$$

$$Q_{1P,d} = \frac{22,36}{0,884} = 25,29\text{ kW}$$

Stanovení roční potřeby energie pro ohřev vody:

(Dosazení do rovnice (5.1))

$$Q_{1P,r} = 25,29 \times \left[ 232 + 0,8 \times \frac{55 - 15}{55 - 5} \times (365 - 232) \right] \quad (5.4)$$

$$Q_{1P,r} = 8 \text{ MWh}$$

Celkové roční náklady na ohřev vody zásobníkovým ohřivačem Junkers S 120-1 při ceně plynu 1,2809 Kč/kWh budou 10 247 Kč.

### 5.1.2 Průtokový ohřivač WRD 14-2 G

Základní informace o ohřivači viz katalog strana 50.

Účinnost ohřivače:

(Dosazení do rovnice (5.2))

$$\eta = \frac{23,6}{27} = 87,4 \% \quad (5.5)$$

Stanovení denní potřeby tepla dodaného pro ohřev teplé vody:

(Průtokový ohřev  $\rightarrow z = 0$ )

(Dosazení do rovnice (5.3))

$$Q_{1P,d} = \frac{17,2}{0,874} = 19,68 \text{ kWh} \quad (5.6)$$

Stanovení roční potřeby tepla pro ohřev teplé vody:

(Dosazení do rovnice (5.1))

$$Q_{1P,r} = 19,68 \times \left[ 232 + 0,8 \times \frac{55 - 15}{55 - 5} \times (365 - 232) \right] \quad (5.7)$$

$$Q_{1P,r} = 6,24 \text{ MWh}$$

Celkové roční náklady na ohřev vody pomocí průtokového ohřivače WRD 14-2 G při ceně plynu 1,3541 Kč/kWh budou 8 450 Kč.

Pokud je v objektu vyšší spotřeba plynu a je možné využít tarif pro odběr 7,56–15 MWh/rok sníží se náklady na 7 993 Kč.

### 5.1.3 Kondenzační kotel Q7K-28-24-COMBI

Základní informace o ohřivači viz katalog strana 56.

Stanovení denní potřeby energie pro ohřev teplé vody:

(Průtokový ohřev  $\rightarrow z = 0$ )

(Dosazení do rovnice (5.3))

$$Q_{1P,d} = \frac{17,2}{0,939} = 18,32 \text{ kW} \quad (5.8)$$



Stanovení roční potřeby tepla pro ohřev teplé vody:  
(Dosazení do rovnice (5.1))

$$Q_{1P,r} = 18,32 \times \left[ 232 + 0,8 \times \frac{55 - 15}{55 - 5} \times (365 - 232) \right] \quad (5.9)$$

$$Q_{1P,r} = 5,8 \text{ MWh}$$

Za předpokladu, že je kotel využíván i k vytápění bude cena za plyn 1,2809 Kč/kWh a celkové roční náklady na ohřev vody kondenzačním kotlem Q7K-28-24-COMBI budou 7 429 Kč.

## 5.2 Výpočet ceny ročního provozu elektrických ohřivačů vody

Tab. 5.1 Celkové ceny elektřiny E.ON (1.5.2018) [30]

Sazba	Vysoký tarif [Kč/kWh]	Nízký tarif [Kč/kWh]
D25d	4,4464	1,9217
D26d	3,1422	1,9217
D35d	2,7430	2,1589
D45d	2,6982	2,2315
D57d	2,4945	2,2768

Informace o užívání sazeb [31]:

D25d	sazba pro akumulární vytápění a přípravu teplé vody
D26d	sazba pro akumulární vytápění a přípravu teplé vody, větší spotřeba energie
D35d	sazba pro smíšený systém vytápění (akumulační kamna a přímotop)
D45d	sazba pro vytápění přímotopy
D57d	sazba pro systém s tepelným čerpadlem

Tab. 5.2 Období nízkého tarifu v průběhu dne pro odběrná místa bez HDO přijímače [31]

Sazba	Časové intervaly nízkého tarifu			
D25d	<04:00; 08:00>	<15:00; 19:00>		
D26d	<04:00; 08:00>	<15:00; 19:00>		
D35d	<00:00; 07:00>	<14:00; 20:00>	<21:00; 24:00>	
D45d	<00:00; 09:00> <21:00; 24:00>	<10:00; 12:00>	<13:00; 16:00>	<17:00; 20:00>
D57d	<01:00; 12:00>	<13:00; 24:00>		

### 5.2.1 Zásobníkový ohřivač OKCE 250 S

Základní informace o ohřivači viz katalog strana 62.

Účinnost elektrických akumulárních ohřivačů je přibližně  $\eta = 95 \%$  [32].

Stanovení denní potřeby tepla dodaného pro ohřev teplé vody:  
(Dosazení do rovnice (5.3))

$$Q_{1P,d} = \frac{22,36}{0,95} = 23,54 \text{ kWh} \quad (5.10)$$

Stanovení roční potřeby tepla pro ohřev teplé vody:  
(Dosazení do rovnice (5.1))

$$Q_{1P,r} = 23,54 \times \left[ 232 + 0,8 \times \frac{55 - 15}{55 - 5} \times (365 - 232) \right] \quad (5.11)$$

$$Q_{1P,r} = 7,47 \text{ MWh}$$

Tab. 5.3 Roční náklady na ohřev vody ohříváčem OKCE 250 S

Sazba	Roční náklady na ohřev vody [Kč]
D25d	14 355
D26d	14 355
D35d	16 127
D45d	16 669
D57d	17 008

### 5.2.2 Průtokový ohříváč Clage DSX Touch

Základní informace o ohříváči viz katalog strana 63.

Účinnost elektrických průtokových ohříváčů je přibližně  $\eta = 98 \%$  [32].

Stanovení denní potřeby tepla dodaného pro ohřev teplé vody:

(Průtokový ohřev  $\rightarrow z = 0$ )

(Dosazení do rovnice (5.3))

$$Q_{1P,d} = \frac{17,2}{0,98} = 17,55 \text{ kWh} \quad (5.12)$$

Stanovení roční potřeby tepla pro ohřev teplé vody:

(Dosazení do rovnice (5.1))

$$Q_{1P,r} = 17,55 \times \left[ 232 + 0,8 \times \frac{55 - 15}{55 - 5} \times (365 - 232) \right] \quad (5.13)$$

$$Q_{1P,r} = 5,57 \text{ MWh}$$

Tab. 5.4 Roční náklady na ohřev vody ohříváčem CLAGE DSX Touch

Sazba	Roční náklady na ohřev vody [Kč]
D25d	18 025
D26d	14 243
D35d	12 814
D45d	12 756
D57d	12 682

### 5.3 Roční energetický přínos fototermického systému

Solární systém skládající se ze tří kolektorů TS 300, bojleru OKC 300 NTRR SOL (viz katalog strana 68) a čerpadlové jednotky Regusol je schopen vyprodukovat až 3 000 kWh za rok pro přípravu teplé vody. Jeho pořizovací cena činí 65 309 Kč (cena s 21 % DPH a dotací 35 000 Kč) [33].

Při porovnání s elektrickým akumulacním ohřevačem využívajícím nízký tarif sazby D26d ušetří fototermické kolektory 5 765 Kč ročně. Návratnost tohoto systému se tedy bude pohybovat okolo 11,3 let. Ve výpočtu není zahrnuta cena energie potřebné pro provoz oběhového čerpadla.

### 5.4 Roční energetický přínos fotovoltaického systému

Fotovoltaický systém skládající se z osmi fotovoltaických panelů Canadian Solar CS6P-250P, 250 Wp a zásobníku pro fotovoltaický ohřev LX ACDC/M+K 200 (viz katalog strana 70) lze pořídit za 75 756 Kč (cena s 21 % DPH) [34]. Za předpokladu, že se 1 kWp rovná 950 kWh/rok, dokáže tento systém vyrobit přibližně 1 900 kWh za rok [35].

Při porovnání s elektrickým akumulacním ohřevačem využívajícím nízký tarif sazby D26d ušetří fototermické kolektory 3 651 Kč ročně. Návratnost tohoto systému se tedy bude pohybovat okolo 20,7 let.

### 5.5 Roční provozní cena tepelného čerpadla

Tepelné čerpadlo vzduch/voda Compres 5000 DW 270-3 CFO má topný faktor 2,95 a cenu 57 717 Kč s 21 % DPH (viz katalog strana 73).

Stanovení roční spotřeby tepelného čerpadla:

$$P = \frac{Q_{1P,r}}{\varepsilon} \quad (5.14)$$

$$P = \frac{Q_{2P} \times N}{\varepsilon}$$

$$P = \frac{22,36 \times 365}{2,95} = 2,8 \text{ MWh}$$

$P$	roční spotřeba elektřiny pro přípravu teplé vody	[kWh]
$Q_{2P}$	teplo potřebné pro ohřev vody na jeden den	[kWh]
$N$	počet pracovních dnů čerpadla	[den]
$\varepsilon$	topný faktor čerpadla	[–]

Za předpokladu ohřevu vody pouze pomocí tepelného čerpadla a jeho fungování s využitím pouze sazby D57d a nízkého tarifu s cenou 2,2768 Kč/kWh (viz tabulka 5.1) bude jeho roční provoz stát 6 375 Kč.

V porovnání s elektrickým akumulacním ohřevem se sazbou D26d (viz tabulka 5.4) bude návratnost tepelného čerpadla 7,2 let. Tato doba může být zkreslená, protože je pro výpočet použit maximální topný faktor a není zohledněno případné dohřívání vody ani poplatky za jistič.

## **ZÁVĚR**

Podíl energie spotřebované na ohřev teplé vody na celkové spotřebě domácností narůstá, proto byla zpracována tato bakalářská práce s přehledem možností přípravy teplé vody v domácnostech a dalších neprůmyslových objektech.

Při návrhu vhodného systému pro přípravu teplé vody je nezbytné zvážit umístění a typ ohřívacího zařízení. Pro minimalizaci ztrát vzniklých distribucí teplé vody je vhodné ohříváč umístit co nejblíže výtokovým místům a zaizolovat rozvody. Volba mezi akumulacím a průtokovým ohříváčem záleží na množství odebírané teplé vody, pravidelnosti jejího odběru a prostorových možnostech objektu. Akumulační ohřev je vhodný pro objekty s každodenní potřebou teplé vody a dostatečně velkým prostorem pro umístění zásobníku. Naopak průtokový ohříváč nachází své využití v objektech s nepravidelnou potřebou teplé vody (např. chaty) a objektech, kde není dostatek prostoru pro umístění zásobníku teplé vody.

Dalším důležitým rozhodnutím je volba energie, které bude pro ohřev vody využíváno. Vybírá se mezi konvenčními typy ohříváčů jako jsou plynový nebo elektrický ohříváč, které mohou být doplněny o solární systém nebo tepelné čerpadlo. Tyto ohříváče zaručují přísun dostatečně teplé vody i při špatných venkovních podmínkách. Při výběru mezi nimi je nutné zvážit jejich pořizovací cenu, provozní cenu a komfort, který jsou schopny poskytnout. Pro použití plynového ohřívacího zařízení je nutné mít zařízenou přípojku plynu a zajištěn vhodný odtah spalin. Vyšší pořizovací náklady vykompenzuje plynový ohříváč nízkou provozní cenou. Elektrický ohříváč je výhodné použít v případě, že do objektu není přiveden plyn a potřeba vody není tak velká, aby se počáteční investice vyplatila nebo v kombinaci s výhodnější sazbou (např. sazba pro topení přímotopy D45d nebo sazba pro tepelná čerpadla D57d). Elektrické průtokové ohříváče jsou také vhodným řešením pro lokální ohřev vody pro dřež nebo umyvadlo. Provozní cenu systému pro přípravu teplé vody lze snížit investicí do tepelného čerpadla nebo solárního systému.

V menších bytech s jednou až dvěma osobami se předpokládá menší spotřeba vody. Pokud v bytě již není zavedena přípojka plynu, je pro ohřev vody výhodnější využít malý elektrický bojler nebo elektrický průtokový ohříváč. Náklady na ohřev vody jsou poměrně nízké, a tak instalace solárního systému nebo tepelného čerpadla nemá velký potenciál.

Na základě ročních provozních cen stanovených v kapitole 5 lze soudit, že pro větší domácnosti jako jsou byty nebo rodinné domy s více obyvateli, ve kterých je spotřeba teplé vody poměrně vysoká je výhodná instalace plynových zařízení pro ohřev vody i přes jejich vyšší pořizovací náklady. Ze získaných údajů také vyplývá, že nejvýhodnějším řešením je spojení vytápění objektu a přípravy teplé vody pomocí jednoho zařízení – kondenzačního plynového kotle. Tento typ kotle dosahuje vysoké účinnosti, což v kombinaci s nízkými cenami plynu způsobuje nejmenší provozní náklady. Investice do alternativních zdrojů energie sloužících pro přehřev a ohřev vody jsou velké a jejich návratnost je poměrně dlouhá. Dle výpočtů provedených v kapitole 5 se při porovnání s elektrickým akumulacím ohříváčem využívajícím pouze nízký tarif sazby D26d pohybuje návratnost fotovoltaického systému kolem 21 let. Ve srovnání se systémem s fototermitickými kolektory s návratností přibližně 11 let není fotovoltaický ohřev tak výhodnou investicí. Z výsledků se jako nejefektivnější investice jeví tepelné čerpadlo, jehož návratnost je okolo 7 let. Instalace tepelného čerpadla navíc umožňuje využití sazby pro tepelná čerpadla D57d.

Pro objekty s vysokou spotřebou teplé vody je nejlepším řešením využití zařízení s nejnižšími provozními náklady. Vhodnou volbou jsou tedy kondenzační plynové bojler, které lze doplnit o malé elektrické průtokové ohřivače pro lokální ohřev (např. u umyvadel). Pořízení solárního systému nebo tepelného čerpadla je v těchto objektech výhodné, protože jejich velká spotřeba zajistí zhodnocení investice.

## SEZNAM POUŽITÝCH ZDROJŮ

- [1] *České šetřiče vody - WATERSAVERS, s.r.o* [online]. Brno: WATERSAVERS, ©2006–2018 [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://www.watersavers.eu/>
- [2] JIROUT, Vladimír. *Příprava teplé vody*. 2., přeprac. vyd. Praha: Společnost pro techniku prostředí, 2007. Sešit projektanta - pracovní podklady. ISBN 978-80-02-01910-7.
- [3] *Zákony pro lidi* [online]. Zlín: AION CS, © 2010-2018 [cit. 2018-04-05]. Dostupné z: <https://www.zakonyprolidi.cz/>
- [4] *Bakterie legionella - Legionella.cz* [online]. Legionella CZ|SK|PL, 2016 [cit. 2018-02-15]. Dostupné z: <https://legionella.cz/>
- [5] *Bakterie. Úprava vody, filtrace, změkčení vody pro domácnost - Upravená voda* [online]. Beroun: Upravená voda.cz, b.r. [cit. 2018-03-02]. Dostupné z: <http://www.upravenavoda.cz/>
- [6] *Odstranění železa a manganu. AQUANORD s.r.o.* [online]. Olomouc: AQUANORD, 2013 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://aquanord-cz.cz/odstraneni-zeleza/>
- [7] *UV dezinfekce vody. BWT - Pro Vás a modrou planetu* [online]. Čestlice: BWT Česká republika, 2018 [cit. 2018-03-02]. Dostupné z: <http://www.bwt.cz/cs/produkty/Uprava-vody-domacnost/domaci-instalace/UV-dezinfekce/Stranky/default.aspx>
- [8] VAVŘIČKA, Roman. *Příprava teplé vody* [online]. Praha: České vysoké učení technické, 2012 [cit. 2018-03-01]. Dostupné z: <users.fs.cvut.cz/~vavrirom/Kurz%20Vytapeni/Priprava%20teple%20vody.pdf>
- [9] STLOUKALOVÁ, Dana. *Na jakém principu fungují beztlakové ohřívače vody? Tatramat, ohříváme vodu spolehlivě* [online]. Praha: STIEBEL ELTRON, 2017 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.tatramat.com/cz/blog/na-jakem-principu-funguji-beztlakove-ohrivace-vody>
- [10] *Zabezpečovací zařízení ohřívačů vody: Teplota nebo tlak? TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, © 2001-2018 [cit. 2018-05-23]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/15516-zabezpecovaci-zarizeni-ohrivacu-vody-teplota-nebo-tlak>
- [11] *Vytápění rodinných domů, budov a hal | quantumas.cz* [online]. Vyškov: QUANTUM, a.s., 2016 [cit. 2018-02-15]. Dostupné z: <http://www.quantumas.cz/>
- [12] *Kondenzační kotle a elektrokotle Protherm* [online]. Chrástany: Vaillant Group Czech, 2017 [cit. 2018-02-26]. Dostupné z: [www.protherm.cz](http://www.protherm.cz)
- [13] *Gas hot water heater*. In: *Expert Heating and Air Conditioning Services in Mountain Brook and Nearby in Alabama* [online]. Birmingham: Standard Heating & Air Conditioning Company, b.r. [cit. 2018-02-15]. Dostupné z: <https://www.standardheatingandairconditioning.com/core/images/plumbing/water-heater/gas-water-heater-lg.png>

- [14] Požadavky na systém odtahu spalin pro plynové kotle. *Plynové kotle, kondenzační kotle, solární systémy a tepelná čerpadla* [online]. Praha: Bosch Termotechnika, 2018 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: [https://www.junkers.cz/pro\\_nase\\_zakazniky/produkty\\_junkers/technologie/technologie\\_od\\_junkers/systemy\\_odtahu\\_spalin/pozadavky\\_na\\_system\\_odtahu\\_spalin\\_pro\\_plynove\\_kotle#](https://www.junkers.cz/pro_nase_zakazniky/produkty_junkers/technologie/technologie_od_junkers/systemy_odtahu_spalin/pozadavky_na_system_odtahu_spalin_pro_plynove_kotle#)
- [15] NOVÁK, Zdeněk. Hlavní úskalí při instalaci kondenzačních kotlů. In: *Odborný portál pro profesionály v oblasti stavebnictví* [online]. Praha: Jaga Media, 2014 [cit. 2018-05-5]. Dostupné z: <https://www.asb-portal.cz/tzb/vytapeni/hlavni-uskali-pri-instalaci-kondenzacnich-kotlu>
- [16] Podmínky bezpečného provozu spotřebičů kategorie B a C. *Tzbinfo* [online]. Praha: Topinfo, © 2001-2018 [cit. 2018-03-05]. Dostupné z: <http://vytapeni.tzb-info.cz/provoz-a-udrzba-vytapeni/7317-podminky-bezpecneho-provozu-spotrebicu-kategorie-b-a-c>
- [17] Odvody spalin: Příklady řešení spalinových cest. In: *Topný systém GEMINOX s unikátním 5ti stupňovým úsporným řešením* [online]. Praha: Brilon, b.r. [cit. 2018-03-10]. Dostupné z: <http://www.geminox.cz/produkty/ostatni-prislusenstvi/odvody-spalin/>
- [18] *Protherm Lev 24 KKV, 28 KKV, 28 KKO*. Chrášťany, b.r. Dostupné také z: <http://www.skladnik.cz/files/products/24736/Lev-navod-k-obsluze.pdf>
- [19] Co je Nízký tarif (HDO) ?. *E.ON Distribuce* [online]. České Budějovice: E.ON Distribuce, b.r. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://www.eon-distribuce.cz/dokumenty-ke-stazeni/casto-kladene-otazky/-a62347--j3IyWf0n/co-je-nizky-tarif-hdo>
- [20] Water Heating using Solar Electric - Photovoltaics - PV. *Thermo Dynamics Ltd. - Solar Water Heating - Solar Pump* [online]. Dartmouth: Thermo Dynamics, 2015 [cit. 2018-03-02]. Dostupné z: [http://www.thermodynamics.com/PV\\_SB\\_systems.html](http://www.thermodynamics.com/PV_SB_systems.html)
- [21] Fotovoltaický ohřev. In: *Tepelná čerpadla, solární ohřev vody, fotovoltaické elektrárny* [online]. Plzeň: Enerfin plus, b.r. [cit. 2018-03-20]. Dostupné z: <http://www.enerfinplus.cz/files/fotovoltaika/fotovoltaicky-ohrev.jpg>
- [22] MATUŠKA, Tomáš. *Solární soustavy pro bytové domy*. 1. vyd. Praha: Grada, 2010. ISBN 978-80-247-3503-0.
- [23] Solární vytápění kapalinové | Sluneční kolektory. *Instalatérské práce | Instalátér voda -kanalizace - plyn - topení* [online]. Ostrava: Ekomplex marketing, b.r. [cit. 2018-03-06]. Dostupné z: <http://www.topeni-topenari.eu/topeni/topidla-alternativni/solarni-vytapeni/kapalinove.php>
- [24] SRDEČNÝ, Karel a Jan TRUXA. *Tepelná čerpadla*. 1. vyd. Brno: ERA, 2005. 21. století. ISBN 80-736-6031-8.
- [25] *Tepelná čerpadla, solární panely, zelená úsporám | Systep a.s.* [online]. Pardubice: Systep, 2009 [cit. 2018-03-26]. Dostupné z: <http://www.systep.cz>
- [26] ČSN 06 0320 - *Tepelné soustavy v budovách - Příprava teplé vody - Navrhování a projektování*. Praha: Český normalizační institut, 2006.

- [27] REINBERK, Zdeněk. Potřeba tepla pro vytápění a ohřev teplé vody. In: *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2018 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://vytapani.tzb-info.cz/tabulky-a-vypocty/47-potreba-tepla-pro-vytapani-a-ohrev-teple-vody>
- [28] Ceník služeb. *GasNet* [online]. Ústí nad Labem: GasNet, 2018 [cit. 2018-05-15]. Dostupné z: <https://www.gasnet.cz/cs/cenik-sluzeb/>
- [29] Vývoj celkových cen zemního plynu. *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2018 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-zemniho-plynu>
- [30] Vývoj celkových cen elektřiny. *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2018 [cit. 2018-05-05]. Dostupné z: <https://kalkulator.tzb-info.cz/cz/vyvoj-celkovych-cen-elektriny?>
- [31] Platnost nízkého tarifu (elektroměry). *E.ON* [online]. Brno: E.ON Česká republika, 2016 [cit. 2018-05-5]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/domacnosti/kontakty-podpora/poruchy-a-technicke-dotazy/cas-nizkeho-tarifu/platnost-nizkeho-tarifu-elektromery>
- [32] BECHYNĚ, Milan. Elektrický nebo plynový ohřev teplé užitkové vody?. In: *TZB-info* [online]. Praha: Topinfo, ©2001-2018 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://voda.tzb-info.cz/priprava-teple-vody/439-elektricky-nebo-plynovy-ohrev-teple-uzitkove-vody>
- [33] Solární systém pro ohřev 300 litrů TUV - 3 x TS 300. *SOLARENVI a.s. - solární elektrárny, tepelná čerpadla, sluneční kolektory* [online]. Třeboň: SOLARENVI, 2014 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.solarenavi.cz/s-24-solarni-system-pro-ohrev-300-litru-tuv-3-x-ts-300.html>
- [34] *REVAMONT s.r.o.* [online]. Otovice: REVAMONT, 2018 [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <http://www.revamont.cz/>
- [35] Co označuje jednotka kWp?. *E.ON* [online]. České Budějovice: E.ON Česká republika, b.r. [cit. 2018-05-10]. Dostupné z: <https://www.eon.cz/radce/chytra-domacnost/jak-vyuzivat-solarni-energii/co-oznacuje-jednotka-kwp>



## SEZNAM POUŽITÝCH SYMBOLŮ A ZKRATEK

Symbol	Veličina	Jednotka
$c$	měrná tepelná kapacita	$\text{J kg}^{-1}\text{K}^{-1}$
$d$	topné období	den
$N$	počet pracovních dnů soustavy v roce	den
$n_i$	počet osob v objektu	—
$n_v$	počet výtokových zařízení se stejným tepelným výkonem přítoku	—
$P$	tepelný výkon	kWh
$P_0$	tepelný příkon	kWh
$Q_1$	teplo dodané ohřívačem do vody za periodu $t$	kWh
$Q_{1P}$	teplo dodané ohřívačem za během jedné periody	kWh
$Q_{1P,d}$	potřeba dodávky energie pro ohřev teplé vody na jeden den	kWh
$Q_{1P,r}$	potřeba dodávky energie pro ohřev teplé vody na jeden rok	kWh
$Q_{2P}$	teplo odebrané z ohřívače během jedné periody	kWh
$Q_{2t}$	teoretické teplo odebrané z ohřívače během periody	kWh
$Q_{2z}$	teplo ztracené při ohřevu a distribuci teplé vody za jednu periodu	kWh
$q_v$	tepelný výkon přítoku jednoho výtokového zařízení	kW
$s$	součinitel současnosti	—
$t$	čas	s
$t_1$	teplota studené vody	$^{\circ}\text{C}$
$t_{1L}$	teplota studené vody v létě	$^{\circ}\text{C}$
$t_{1Z}$	teplota studené vody v zimě	$^{\circ}\text{C}$
$t_2$	teplota teplé vody	$^{\circ}\text{C}$
$V_{2P}$	celkové množství teplé vody potřebné na jeden den	$\text{m}^3$
$V_{2t}$	množství spotřebované vody v daném čase	$\text{m}^3$
$V_j$	množství teplé vody potřebné pro mytí nádobí	$\text{m}^3$
$V_o$	množství teplé vody potřebné pro mytí osob	$\text{m}^3$
$V_u$	množství teplé vody potřebné pro úklid	$\text{m}^3$
$V_Z$	objem zásobníku teplé vody	$\text{m}^3$
$z$	součinitel poměrné ztráty tepla při ohřevu a distribuci teplé vody	—
$\Delta Q_{max}$	maximální rozdíl tepla mezi křivkou dodávky a odběru tepla	kWh
$\varepsilon$	topný výkon	—
$\eta$	účinnost	—
$\theta_1$	teplota studené vody	$^{\circ}\text{C}$
$\theta_2$	teplota teplé vody	$^{\circ}\text{C}$
$\rho$	hustota	$\text{kg m}^{-3}$
$\phi_{1n}$	jmenovitý tepelný výkon	kWh
$\phi_{max}$	maximální potřebný tepelný výkon	kWh

## **SEZNAM OBRÁZKŮ**

- Obr. 1 Graf spotřeby energie v domácnosti [1]
- Obr. 2.1 Lokální příprava teplé vody [8]
- Obr. 2.2 Skupinová příprava teplé vody [8]
- Obr. 2.3 Ústřední příprava teplé vody [8]
- Obr. 2.4 Přímý ohřev vody [8]
- Obr. 2.5 Nepřímý ohřev vody [8]
- Obr. 2.6 Schéma beztlakého ohříváče [8]
- Obr. 2.7 Schéma tlakového ohříváče [8]
- Obr. 2.8 Schéma průtokového ohříváče vody [12]
- Obr. 2.9 Schéma plynového zásobníkového ohříváče vody [13]
- Obr. 3.1 Přirozený odtah spalin [16]
- Obr. 3.2 Nucený odtah spalin [16]
- Obr. 3.3 Příklady řešení spalinových cest [17]
- Obr. 3.4 Pracovní schéma kondenzačního kotle Protherm Lev 24 KKV [18]
- Obr. 3.6 Schéma plochého solárního kolektoru [23]
- Obr. 3.5 Schéma fotovoltaické přípravy teplé vody [21]
- Obr. 3.7 Schéma trubicového solárního kolektoru heat-pipe [23]
- Obr. 3.8 Schéma TČ vzduch/voda [25]
- Obr. 3.9 Schéma TČ voda/voda [25]
- Obr. 3.10 Schéma TČ země/voda se zemním plošným kolektorem a zemní sondou [25]
- Obr. 4.1 Křivka odběru teplé vody v průběhu dne [26]
- Obr. 4.2 Křivky odběru a dodávky tepla s konstantní dodávkou tepla [26]
- Obr. 4.3 Křivky odběru a dodávky tepla s časově omezenými dodávkami tepla [26]

## **SEZNAM TABULEK**

Tab. 4.1 Průběh spotřeby teplé vody v průběhu dne [26]

Tab. 5.1 Celkové ceny elektřiny E.ON (1.5.2018) [30]

Tab. 5.2 Období nízkého tarifu v průběhu dne pro odběrná místa bez HDO přijímače [31]

Tab. 5.3 Roční náklady na ohřev vody ohřivačem OKCE 250 S

Tab. 5.4 Roční náklady na ohřev vody ohřivačem CLAGE DSX Touch

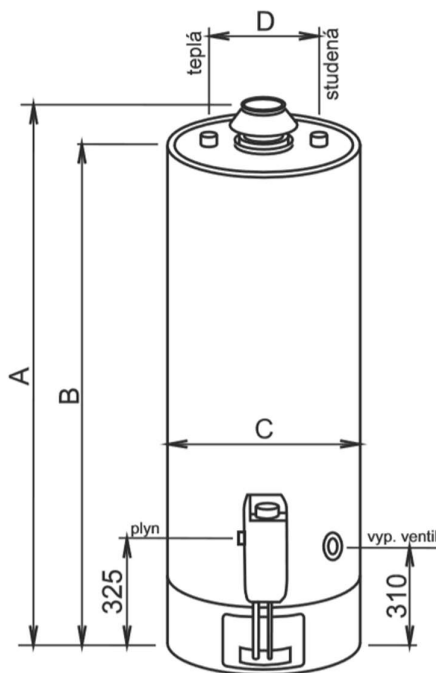


## KATALOG

Katalog je vypracován na základě produktových listů, katalogů, projekčních podkladů a ceníků firem Quantum, Junkers, Protherm, Dražice, Clage a PZP.

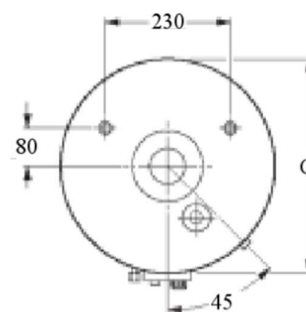
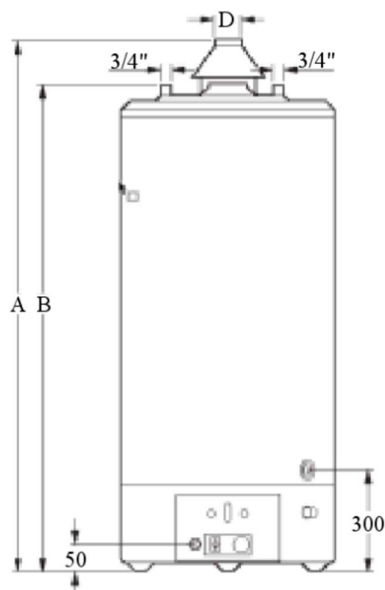
		Rozmezí stran
Plynová zařízení	Akumulační	46–48
	Průtoková	49–53
	Kotel	54–59
Elektrická zařízení	Akumulační	60–62
	Průtoková	63–64
Nepřímotopné zásobníky		66–71
Tepelná čerpadla		72–73

Model		Q7-30-NORS/E	Q7-40-NORS/E
Typ zařízení		plynový akumulární ohřívač	
Výrobce		Quantum	
Provedení		stacionární	
Odtah spalin		do komínu	
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	16 644	18 217
Energetická třída		B	B
Deklarovaný zátěžový profil		L	L
Jmenovitý příkon	[kW]	7,5	8,4
Jmenovitý výkon	[kW]	6,4	7,2
Objem nádrže	[l]	115	155
Spotřeba zemního plynu	[m <sup>3</sup> /hod]	0,74	0,89
Spotřeba propanu	[kg/hod]	0,59	0,66
Průměr odtahu spalin	[mm]	81	81
Maximální tlak vody	[bar]	5	5
Připojení vody		1/2"	1/2"
Přívod plynu		3/4"	3/4"



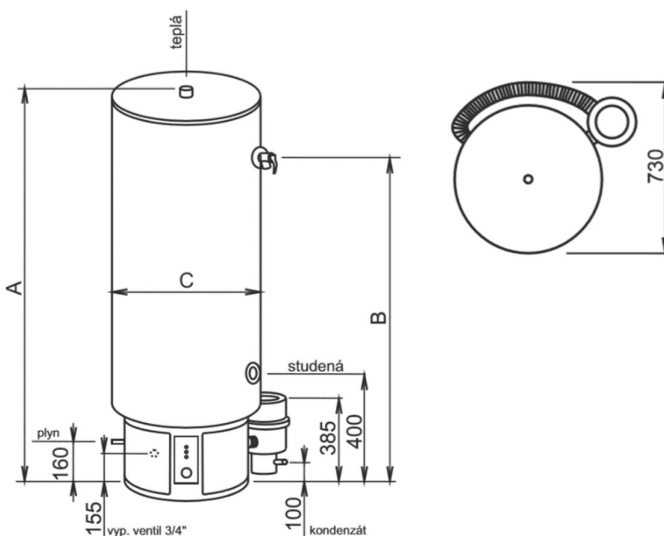
	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	Hmotnost [kg]
<b>Q7-30-NORS/E</b>	1200	1040	495	230	43
<b>Q7-40-NORS/E</b>	1450	1290	495	230	53

Model		S 120-1 23	S 160-1 23
Typ zařízení		plynový akumulční ohřívač	
Výrobce		Junkers	
Provedení		stacionární	
Odtah spalin		do komínu	
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	24 805	26 123
Energetická třída		B	B
Deklarovaný zátěžový profil		L	L
Jmenovitý příkon	[kW]	6,9	7,9
Jmenovitý výkon	[kW]	6,1	7,0
Objem nádrže	[l]	114	150
Spotřeba zemního plynu	[m <sup>3</sup> /hod]	0,73	0,84
Spotřeba propanu	[kg/hod]	—	—
Průměr odtahu spalin	[mm]	110	110
Maximální tlak vody	[bar]	6	6
Připojení vody		3/4"	3/4"
Přívod plynu		1/2"	1/2"



	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	Hmotnost [kg]
<b>S 120-1</b>	1227	1110	500	80	50
<b>S 160-1</b>	1477	1360	500	80	70

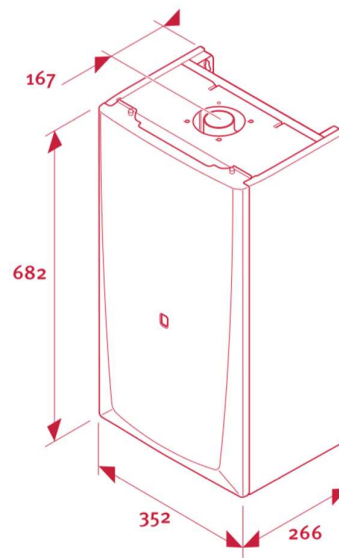
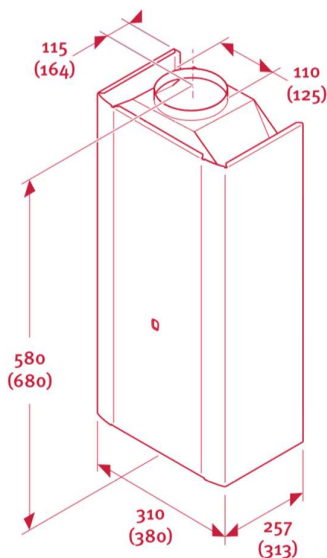
Model		Q7P-34-130	Q7P-50-155
Typ zařízení		plynový kondenzační zásobníkový ohřívač	
Výrobce		Quantum	
Provedení		stacionární	
Odtah spalin		nucený odtah	
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	147 614	169 394
Energetická třída		A	A
Deklarovaný zátěžový profil		XXL	XXL
Jmenovitý příkon	[kW]	34,0	45,0
Jmenovitý výkon	[kW]	36,0	47,7
Objem nádrže	[l]	129	189
Spotřeba zemního plynu	[m <sup>3</sup> /hod]	3,60	4,80
Spotřeba propanu	[kg/hod]	3,10	4,00
Průměr odtahu spalin	[mm]	125/80	125/80
Průměr odvodu kondenzace		Ø40	Ø40
Maximální tlak vody	[bar]	8	8
Připojení vody		1"	1"
Prívod plynu		1/2"	3/4"



	A [mm]	B [mm]	C [mm]	Hmotnost [mm]
Q7-30-NORS/E	1270	1040	560	70
Q7-40-NORS/E	1655	1395	560	82



Model		POG 19 E-B	POG 24 E-B	24 PTP
Typ zařízení		plynový průtokový ohřívač		
Výrobce		Protherm		
Provedení		závěsný		
Odtah spalin		do komínu	do komínu	TURBO
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	9 910	11 556	20 413
Energetická třída		A	A	B
Rozsah tepelného výkonu	[kW]	8,4-19,2	10,4-24,4	8,6-23,7
Minimální průtok	[l/min]	2,6	3,7	2,1
Spotřeba zemního plynu	[m <sup>3</sup> /hod]	2,3	2,9	2,8
Připojení plynu		3/4"	3/4"	1/2"
Připojení vody		1/2"	1/2"	3/4"
Průměr odtahu spalin	[mm]	110	125	60/110 2x 80
Zapalování		elektronické		
Elektrické napájení		baterie 1,5V (D/LR20)	230V/50Hz	



	Výška [mm]	Šířka [mm]	Hloubka [mm]	Hmotnost bez vody [kg]
<b>POG 19 E-B</b>	580	310	257	9
<b>POG 24 E-B</b>	680	380	313	11,5
<b>24 PTP</b>	682	352	266	21,4

Model		<b>WR 11–2 P</b>	<b>WR 14–2 P</b>	<b>WRD 11–2 G</b>	<b>WRD 14–2 G</b>
Typ zařízení		plynový průtokový ohřívač			
Výrobce		Junkers			
Provedení		závěsný			
Odtah spalin		do komínu			
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	9 426	10 636	12 088	13 298
Energetická třída		A	B	A	B
Rozsah tepelného výkonu	[kW]	7,0-19,2	7,0-23,6	7,0-19,2	7,0-23,6
Jmenovitý tepelný příkon	[kW]	21,8	27	21,8	27
Spotřeba zemního plynu	[m <sup>3</sup> /hod]	2,3	2,9	2,3	2,9
Připojení plynu		1/2"	1/2"	1/2"	1/2"
Průměr odtahu spalin	[mm]	110	130	110	130
Zapalování		piezoelek- trické	hydro- power	piezoelek- trické	hydro- power

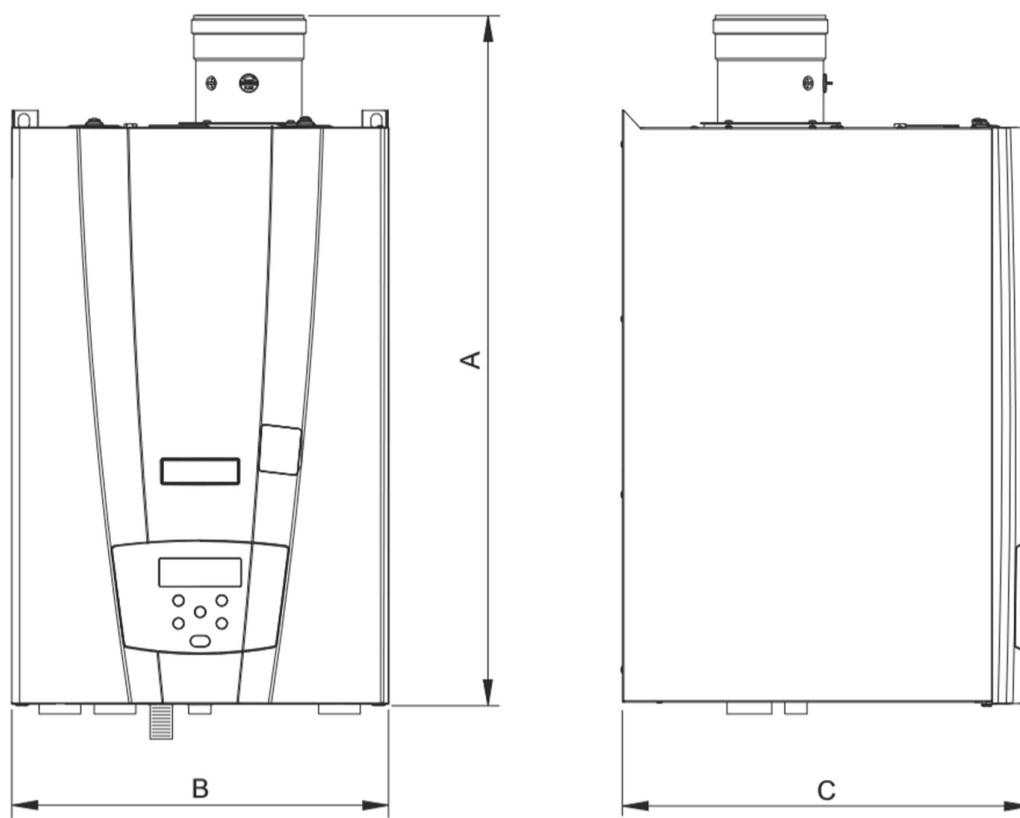


	Výška [mm]	Šířka [mm]	Hloubka [mm]
<b>WR 11–2 P</b>	580	310	220
<b>WR 14–2 P</b>	655	350	220
<b>WRD 11–2 G</b>	580	310	220
<b>WRD 14–2 G</b>	655	350	220



Model		Q7-ICW-25	Q7-ICW-35	Q7-ICW-60
Typ zařízení		plynový kondenzační průtokový ohřívač		
Výrobce		Quantum		
Provedení		závěsný		
Odtah spalin		nucený odtah spalin		
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	45 974	48 394	67 899
Energetická třída		A	A	A
Jmenovitý příkon	[kWh]	25,5	32,0	57,8
Jmenovitý výkon	[kWh]	27,0	33,5	60,9
Spotřeba zemního plynu	[m <sup>3</sup> /hod]	2,70	3,40	6,10
Spotřeba propanu	[kg/hod]	2,00	2,50	4,50

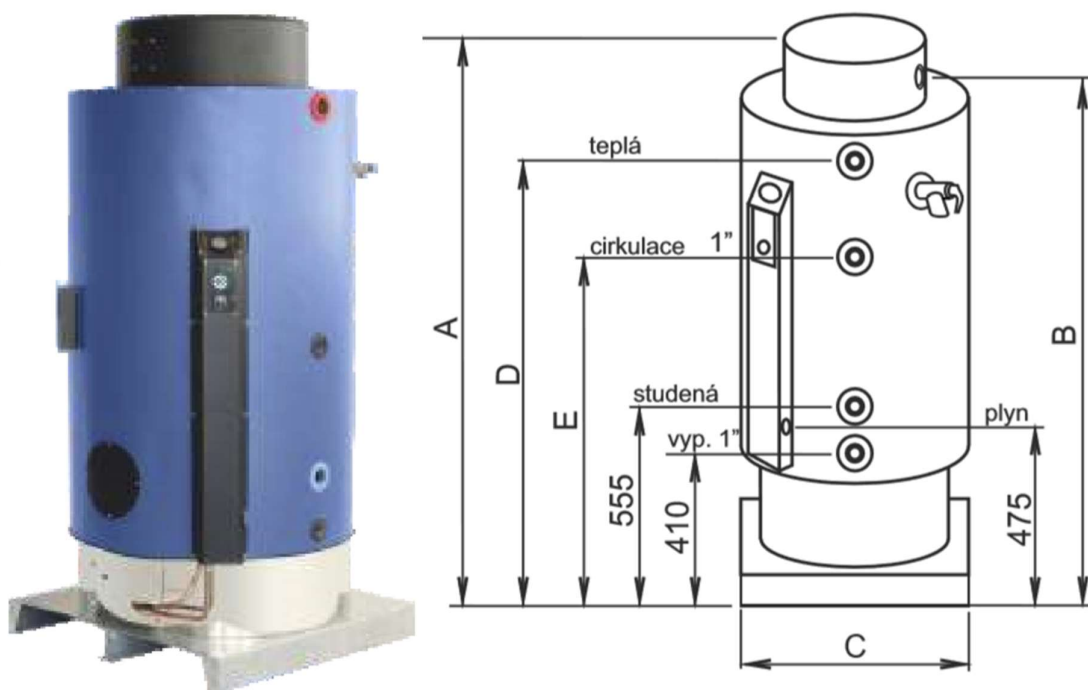




	A [mm]	B [mm]	C [mm]	Hmotnost [kg]
<b>Q7-ICW-25</b>	800	445	305	36
<b>Q7-ICW-35</b>	800	445	305	36
<b>Q7-ICW-60</b>	815	445	485	48

Model		Q7-220- VENT-C	Q7-300- VENT-C	Q7-400- VENT-C
Typ zařízení			plynový kotel	
Výrobce			Quantum	
Provedení			Stacionární	
Odtah spalin			nucený odtah spalin	
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	88 699	98 778	11 810
Energetická třída		B	B	B
Deklarovaný zátěžový profil		XXL	XXL	XXL
Objem nádrže	[l]	220	300	390
Jmenovitý příkon	[kWh]	25,0	29,0	29,0
Jmenovitý výkon	[kWh]	23,5	27,3	27,3
Spotřeba zemního plynu	[m³/hod]	2,65	3,07	3,07
Spotřeba propanu	[kg/hod]	2,00	2,30	2,30

Model		Q7-600- VENT-C	Q7-800- VENT-C	
Typ zařízení			plynový kotel	
Výrobce			Quantum	
Provedení			stacionární	
Odtah spalin			nucený odtah spalin	
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	124 467	138 067	
Energetická třída		B	B	
Deklarovaný zátěžový profil		XXL	XXL	
Objem nádrže	[l]	580	740	
Jmenovitý příkon	[kWh]	31,0	31,0	
Jmenovitý výkon	[kWh]	29,1	29,1	
Spotřeba zemního plynu	[m³/hod]	3,28	2,28	
Spotřeba propanu	[kg/hod]	2,40	2,40	

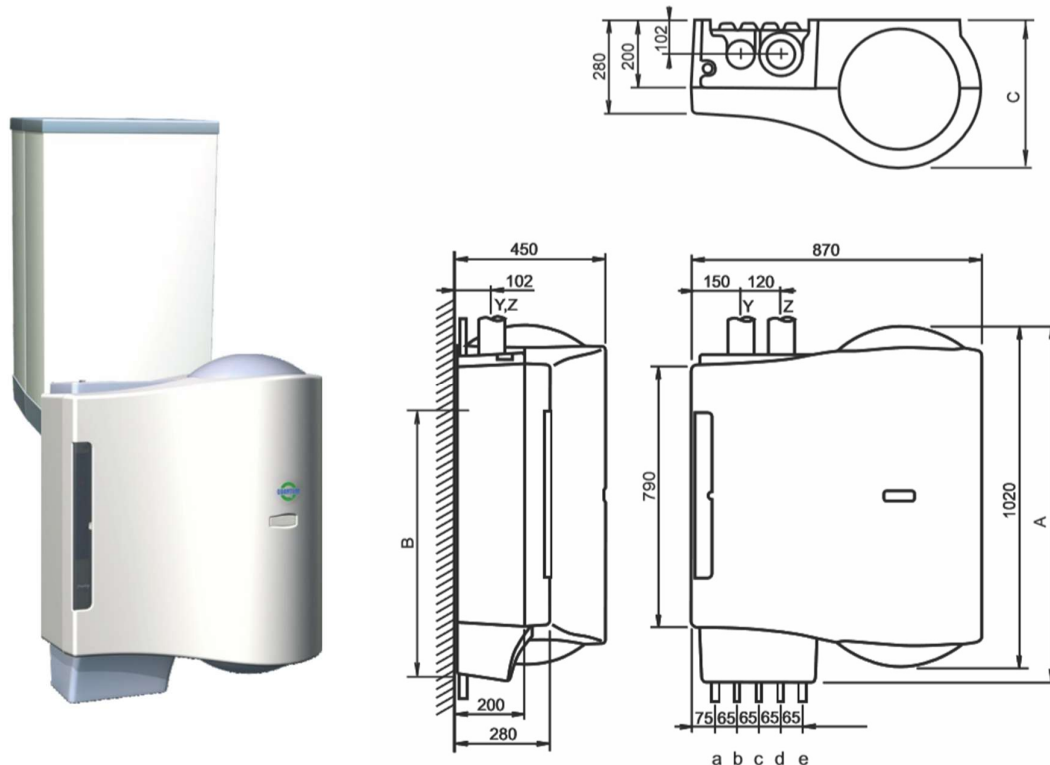


	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	Hmotnost [kg]
Q7-220-VENT-C	1560	1445	720	1285	960	220
Q7-300-VENT-C	1912	1795	720	1640	960	265
Q7-400-VENT-C	2275	2145	720	1985	1135	309
Q7-600-VENT-C	1950	1830	920	1655	950	278
Q7-800-VENT-C	2310	2195	920	2030	950	324

	Připojení vody vstup/výstup	Připojení plynu	Průměr odtahu spalin [mm]
Q7-220-VENT-C	5/4"	1/2"	100/ 60
Q7-300-VENT-C	5/4"	1/2"	100/ 60
Q7-400-VENT-C	5/4"	1/2"	100/ 60
Q7-600-VENT-C	5/4"	1/2"	100/ 60
Q7-800-VENT-C	5/4"	1/2"	100/ 60

Model		<b>Q7K-28-24 COMBI</b>	<b>Q7K-36-30 COMBI</b>	<b>Q7K-36-30 COMBI PLUS</b>
Typ zařízení		plynový kondenzační kotel		
Výrobce		Quantum		
Provedení		závěsný		
Odtah spalin		TURBO		
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	38 049	39 198	58 752
Energetická třída		A/A	A/A	A/A
Deklarovaný zátěžový profil		XL	XL	XXL
Účinnost v režimu ohřevu teplé vody	[%]	93,9	95,8	95,8
Jmenovitý výkon	[kW]	7,9-31,0	8,0-36,3	8,0-36,3
Elektrický příkon	[W]	2,4/ 40/ 105	2,4/ 40/ 105	2,4/ 40/ 105
stand by/ provozní/ maximální				
Objem integrované expanzní nádoby	[l]	6	6	—
Objem integrovaného zásobníku	[l]	—	—	42





	A [mm]	B [mm]	C [mm]	Hmotnost [kg]
<b>Q7K-28-24 COMBI</b>	750	640	270	36
<b>Q7K-36-30 COMBI</b>	810	700	270	39
<b>Q7K-36-30 COMBI PLUS</b>	1070	890	450	64

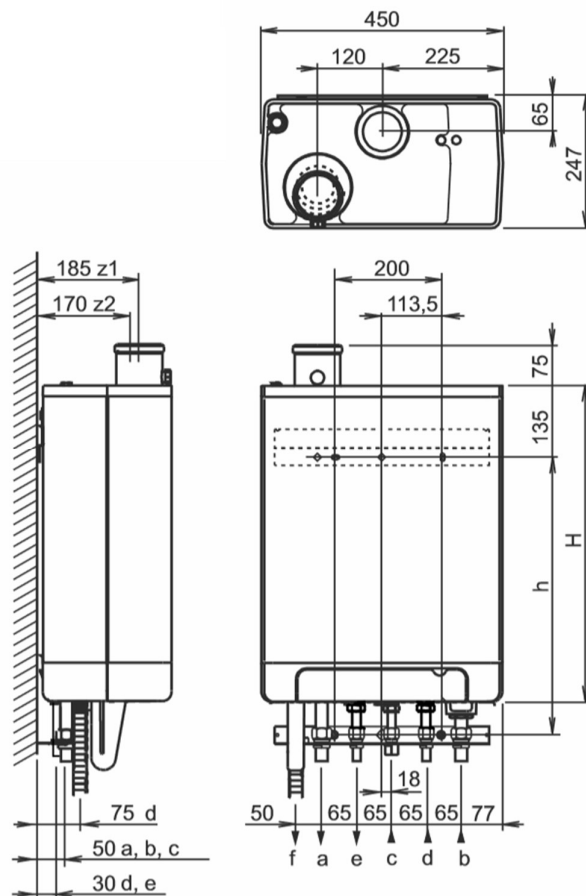
	Průměr koaxiálního odvodu spalin [mm]	Průměr děleného od- vodu spalin [mm]
<b>Q7K-28-24 COMBI</b>	125/80 (100/60)	2 × 80
<b>Q7K-36-30 COMBI</b>	125/80 (100/60)	2 × 80
<b>Q7K-36-30 COMBI PLUS</b>	125/80 (100/60)	2 × 80

- a Výstup topení 3/4"
- b Výstup teplé vody 1/2"
- c Připojení plynu 1/2"
- d Vstup studené vody 1/2"
- e Zpátečka topení 3/4"

Model		<b>Q7K-24-18 COMBI-HRE</b>	<b>Q7K-28-24 COMBI-HRE</b>
Typ zařízení		plynový kondenzační kotel	
Výrobce		Quantum	
Provedení		závěsný	
Odtah spalin		TURBO	
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	35 024	36 294
Energetická třída		A/A	A/A
Deklarovaný zátěžový profil		L	XL
Účinnost v režimu ohřevu teplé vody	[%]	89,2	93,9
Jmenovitý výkon	[kW]	6,2-24,6	7,9-31,1
Elektrický příkon	[W]	2,4/ 40/ 105	2,4/ 40/ 105
stand by/ provozní/ maximální			
Objem integrované expanzní nádoby	[l]	8	8
Objem integrovaného zásobníku	[l]	—	—

Model		<b>Q7K-36-30 COMBI-HRE</b>	<b>Q7K-24-18 COMBI-HRE</b>
Typ zařízení		plynový kondenzační kotel	
Výrobce		Quantum	
Provedení		závěsný	
Odtah spalin		TURBO	
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	37 444	42 344
Energetická třída		A/A	A/A
Deklarovaný zátěžový profil		XL	L
Účinnost v režimu ohřevu teplé vody	[%]	95,8	89,2
Jmenovitý výkon	[kW]	8,0-36,3	8,0-46,3
Elektrický příkon	[W]	2,4/ 40/ 105	2,4/ 40/ 105
stand by/ provozní/ maximální			
Objem integrované expanzní nádoby	[l]	8	8
Objem integrovaného zásobníku	[l]	—	—

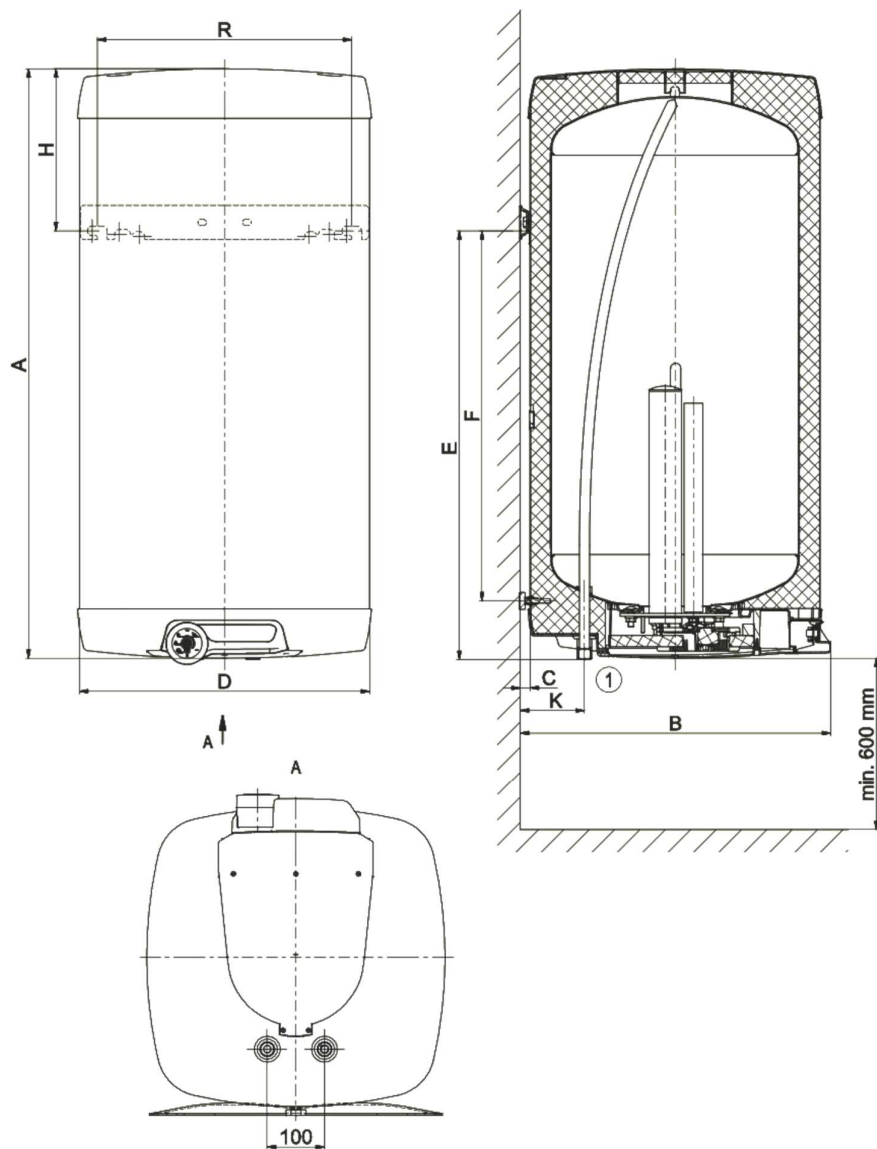


	H [mm]	h [mm]	Průměr koaxiál- ního odtahu spalin [mm]	Průměr děle- ného odtahu spalin [mm]	Hmotnost [kg]
<b>Q7K-24-18-COMBI-HRE</b>	590	517	125/80 (100/60)	2 × 80	30
<b>Q7K-28-24-COMBI-HRE</b>	650	577	125/80 (100/60)	2 × 80	33
<b>Q7K-36-30-COMBI-HRE</b>	710	637	125/80 (100/60)	2 × 80	36
<b>Q7K-24-18-COMBI-HRE</b>	710	637	125/80 (100/60)	2 × 80	36

- a Vstup do topení      Ø 22
- b Zpátečka z topení    Ø 22
- c Připojení plynu      1/2"
- d Studená voda          Ø 15
- e Teplá voda            Ø 15
- f Odvod kondenzátu    Ø 32

Model		<b>OKHE 80/SMART</b>	<b>OKHE 100/SMART</b>	<b>OKHE 125/SMART</b>	<b>OKHE 160/SMART</b>
Typ zařízení		elektrický akumulární ohřívač			
Výrobce		Dražice			
Provedení		závěsné			
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	11 000	11 500	12 000	12 500
Energetická třída		B	B	B	C
Objem	[l]	80	100	125	152
Příkon topného tělesa	[kWh]	2,2	2,2	2,2	2,2
Elektrické připojení		1/N/PE~230V/50Hz			
Hmotnost	[kg]	35	39	46	52

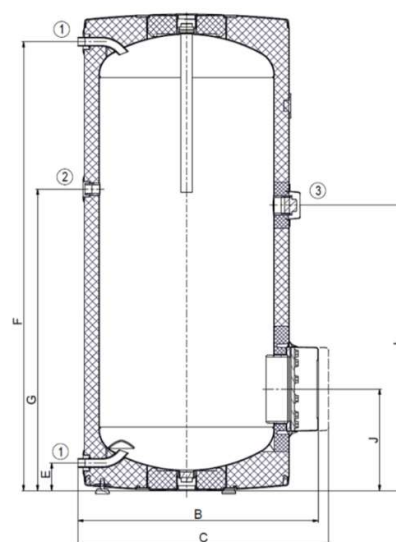
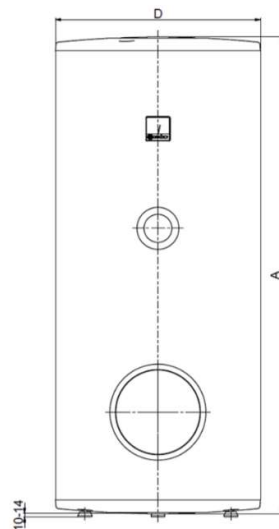




	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	F [mm]	H [mm]	K [mm]	R [mm]
<b>OKHE 80/SMART</b>	740	550	19	520	582	464	148	117	450
<b>OKHE 100/SMART</b>	885	550	19	520	727	605	148	117	450
<b>OKHE 125/SMART</b>	1050	550	19	520	757	638	283	117	450
<b>OKHE 160/SMART</b>	1235	550	19	520	1000	880	225	117	450

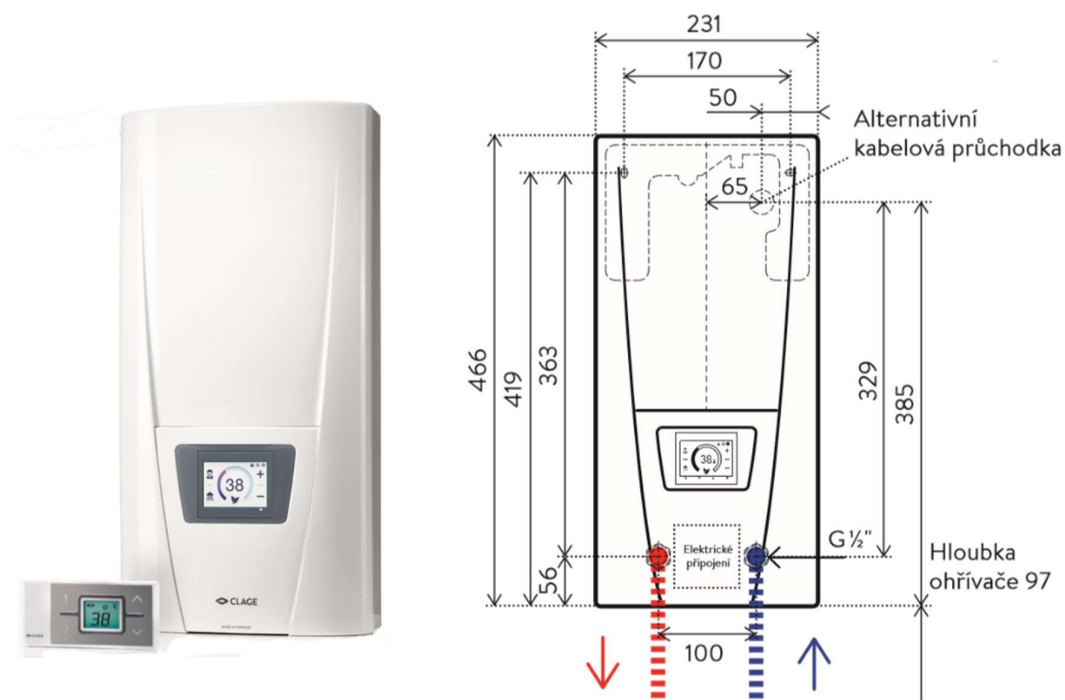
Hrdlo č.1      3/4" vnější

Model		OKCE 160 S	OKCE 200 S	OKCE 250 S
Typ zařízení		elektrický akumulční ohřívač		
Výrobce		Dražice		
Provedení		stacionární		
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	12 400	13 850	15 650
Energetická třída		C	C	C
Deklarovaný zátěžový profil		L	XL	XL
Příkon topného tělesa	[kW]	2,2	2,2	2,2
Objem nádrže	[l]	160	200	259
Připojení vody		3/4"	3/4"	3/4"



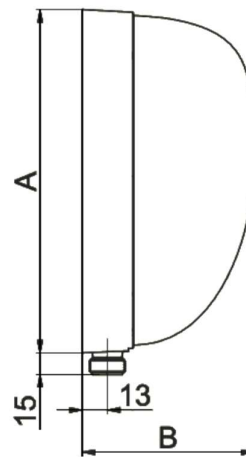
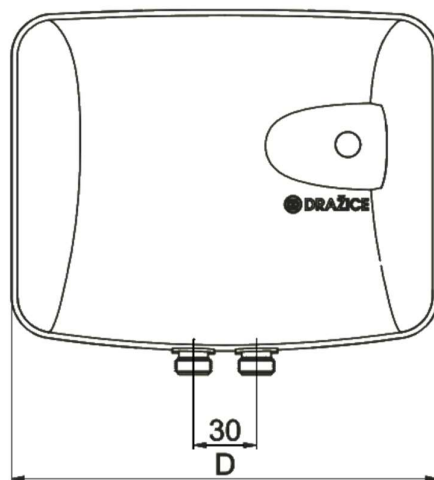
	A	B	C	D	E	F	G	H
	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
<b>OKCE 200 S</b>	1357	660	720	584	80	1280	859	813
<b>OKCE 250 S</b>	1537	660	720	584	80	1460	1059	813
	I	J	Hmotnost					
	[mm]	[mm]	[kg]					
<b>OKCE 200 S</b>	813	289	72					
<b>OKCE 250 S</b>	813	289	76					

Model		DSX Touch			
Typ zařízení		elektrický průtokový ohřívač			
Výrobce		Clage			
Provedení		závěsný			
Typ instalace		tlaková i beztlaková			
Maximální tlak vody	[bar]	10			
Připojení vody		G 1/2"			
Cena (s 21 % DPH)		18 405			
Energetická třída		A	A	A	A
Minimální průtok	[l/min]	2,5	2,5	2,5	2,5
Jmenovitý výkon	[kW]	18	21	24	27
Jmenovité napětí		3/PE 380 V AC	3/PE 400 V AC	3/PE 415 V AC	3/PE 400 V AC
Jmenovitý proud	[A]	26	30	35	39
Požadovaný průřez vodiče	[mm]	4	4	6	6



	Výška [mm]	Šířka [mm]	Hloubka [mm]	Hmotnost s vodní náplní [kg]
<b>Clage DSX Touch</b>	466	231	97	4,2

Model	PTO 0733		PTO 1733	
Typ zařízení	elektrický průtokový ohřívač			
Výrobce	Dražice			
Provedení	závěsný			
Typ instalace	beztlaková			
Připojení vody	3/8" vnější			
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	3 100		3 200
Energetická třída	A			
Elektrické připojení	1 PE-N 230 V/50 Hz			
Příkon topného tělesa	[kW]	3,5		5



Model	A [mm]	B [mm]	D [mm]	Hmotnost [kg]
<b>PTO 0733</b>	161	80	204	1,6
<b>PTO 1733</b>	161	80	204	1,6

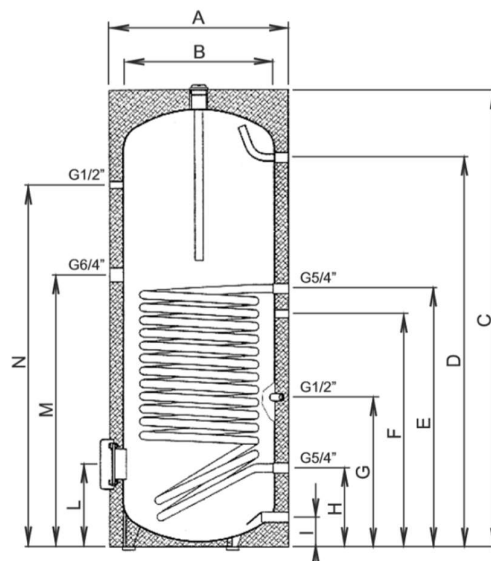




Model		<b>Q7-150-ZJV</b>	<b>Q7-200-ZJV</b>	<b>Q7-300-ZJV</b>
Typ zařízení		nepřímotopný zásobník		
Výrobce		Quantum		
Provedení		stacionární		
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	17 527	20 225	23 565
Energetická třída		A	A	B
Objem nádrže	[l]	150	200	300
Teplosměnná plocha výměníku	[m <sup>2</sup> ]	1,0	1,5	1,7
Výstup teplé vody – D		1"	1"	1"
Cirkulace – F		3/4"	3/4"	3/4"
Vstup studené vody – I		1"	1"	1"

Model		<b>Q7-400-ZJV</b>	<b>Q7-500-ZJV</b>	<b>Q7-800-ZJV</b>
Typ zařízení		nepřímotopný zásobník		
Výrobce		Quantum		
Provedení		stacionární		
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	30 317	33 705	61 547
Energetická třída		B	B	B
Objem nádrže	[l]	400	500	800
Teplosměnná plocha výměníku	[m <sup>2</sup> ]	2,0	2,5	3,4
Výstup teplé vody – D		1"	1"	5/4"
Cirkulace – F		3/4"	3/4"	1"
Vstup studené vody – I		1"	1"	5/4"

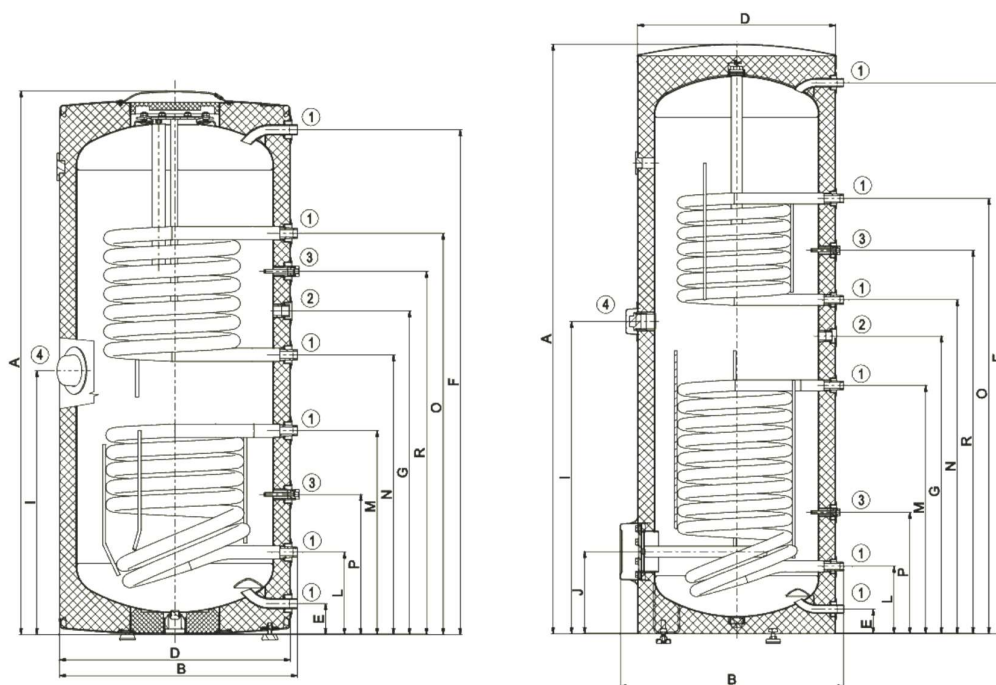
Model		<b>Q7-1000-ZJV</b>	<b>Q7-1500-ZJV</b>	<b>Q7-2000-ZJV</b>
Typ zařízení		nepřímotopný zásobník		
Výrobce		Quantum		
Provedení		stacionární		
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	73 090	99 807	124 092
Energetická třída		B	C	C
Objem nádrže	[l]	1000	1500	2000
Teplosměnná plocha výměníku	[m <sup>2</sup> ]	4,0	4,0	4,5
Výstup teplé vody – D		5/4"	6/4"	6/4"
Cirkulace – F		1"	1"	1"
Vstup studené vody – I		5/4"	6/4"	6/4"



	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	F [mm]	G [mm]	H [mm]
<b>Q7-150-ZJV</b>	600	500	1005	775	635	525	475	265
<b>Q7-200-ZJV</b>	600	500	1290	1060	675	785	559	265
<b>Q7-300-ZJV</b>	600	500	1680	1450	905	785	745	265
<b>Q7-400-ZJV</b>	700	600	1670	1420	990	855	775	305
<b>QZ-500-ZJV</b>	760	650	1680	1420	995	850	745	305
<b>Q7-800-ZJV</b>	1000	800	1870	1585	1045	895	835	355
<b>Q7-1000-ZJV</b>	1000	700	2120	1835	1180	1045	925	355
<b>Q7-1500-ZJV</b>	1200	1000	2225	1930	1150	1530	780	450
<b>Q7-2000-ZJV</b>	1400	1200	2180	1770	1190	1470	815	490
	I [mm]	L [mm]	M [mm]	N [mm]	Hmotnost [kg]			
<b>Q7-150-ZJV</b>	155	302	—	750	75			
<b>Q7-200-ZJV</b>	155	302	705	1035	92			
<b>Q7-300-ZJV</b>	155	302	930	1450	108			
<b>Q7-400-ZJV</b>	175	320	1025	1390	130			
<b>QZ-500-ZJV</b>	175	310	1050	1300	155			
<b>Q7-800-ZJV</b>	235	390	1095	1470	226			
<b>Q7-1000-ZJV</b>	235	390	1245	1620	260			
<b>Q7-1500-ZJV</b>	330	580	1250	1745	330			
<b>Q7-2000-ZJV</b>	370	620	1240	1640	400			

Model		<b>OKC 200 NTRR/SOL</b>	<b>OKC 250 NTRR/SOL</b>	<b>OKC 300 NTRR/SOL</b>
Typ zařízení		nepřímotopný zásobník		
Výrobce		Dražice		
Provedení		stacionární		
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	17 980	19 250	21 300
Energetická třída		C	C	C
Objem nádrže	[l]	200	242	275
Teplosměnná plocha výměníku	$S_1$ [m <sup>2</sup> ]	0,8	0,8	0,8
	$S_2$ [m <sup>2</sup> ]	0,8	1,0	1,2





	A [mm]	B [mm]	D [mm]	E [mm]	F [mm]	G [mm]	I [mm]	J [mm]
OKC 200 NTTR/SOL	1377	607	584	80	1280	820	668	—
OKC 250 NTTR/SOL	1557	607	584	80	1460	1000	840	—
OKC 300 NTTR/SOL	1791	678	600	74	1674	904	948	249

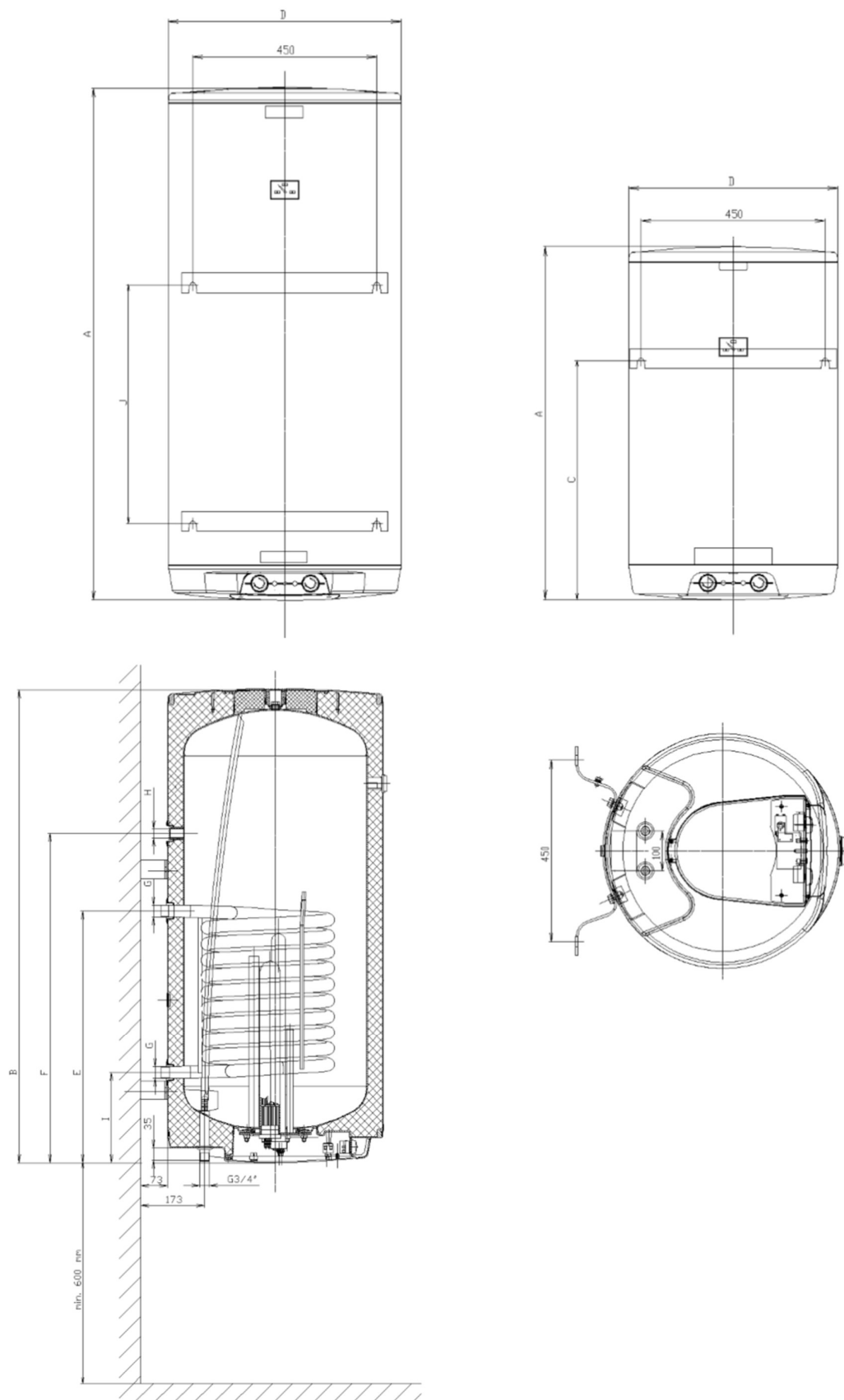
  

	L [mm]	M [mm]	N [mm]	O [mm]	P [mm]	R [mm]	Hmotnost [kg]
OKC 200 NTTR/SOL	209	516	708	1016	355	920	104
OKC 250 NTTR/SOL	209	648	888	1196	355	1100	109
OKC 300 NTTR/SOL	204	754	1014	1322	369	1165	111

Hrdlo č. 1 3/4" Vnější  
Hrdlo č. 2 3/4" Vnitřní  
Hrdlo č. 3 1/2" Vnitřní  
Hrdlo č. 4 6/4" Vnitřní

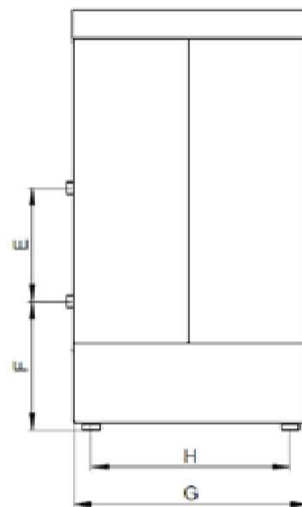
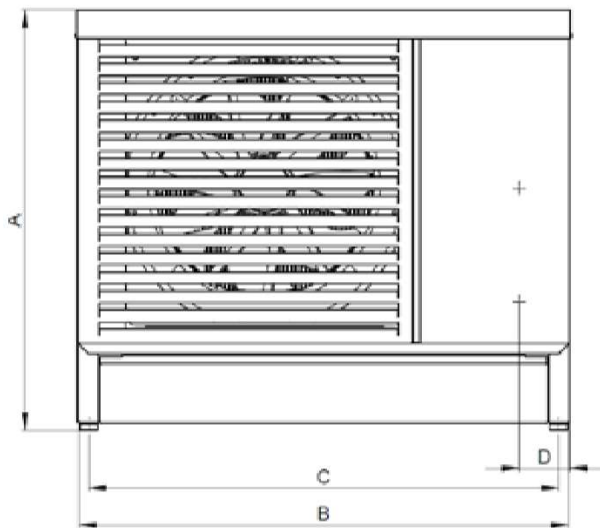
Model		LX ACDC		LX ACDC		LX ACDC		LX ACDC	
		/M+K 100		/M+K 125		/M+K 160		/M+K 200	
Typ zařízení		zásobník pro fotovoltaický ohřev							
Výrobce		Dražice							
Provedení		stacionární							
Cena (s 21 % DPH)	[Kč]	17 325		17 745		18 270		19 320	
El. Proud pro ohřev		AC+DC		AC+DC		AC+DC		AC+DC	
Objem	[l]	95		120		147		195	
Příkon AC spirály	[kWh]	2		2		2		2	
Teplosměnná plocha výměníku	[m²]	1		1		1		1	
		A	B	C	D	E	F	I	J
		[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]
LX ACDC/M+K 100		881	876	636	524	701	551	261	—
LX ACDC/M+K 125		1046	1041	801	524	701	551	261	—
LX ACDC/M+K 160		1235	1230	1005	524	701	831	261	815
LX ACDC/M+K 200		1287	1282	793	584	685	895	245	600
		G	H	Hmotnost					
		[mm]	[mm]	[kg]					
LX ACDC/M+K 100		G1"	G3/4"	58					
LX ACDC/M+K 125		G1"	G3/4"	64					
LX ACDC/M+K 160		G1"	G3/4"	72					
LX ACDC/M+K 200		G1"	G3/4"	88					





**AVX ECONOMIC**

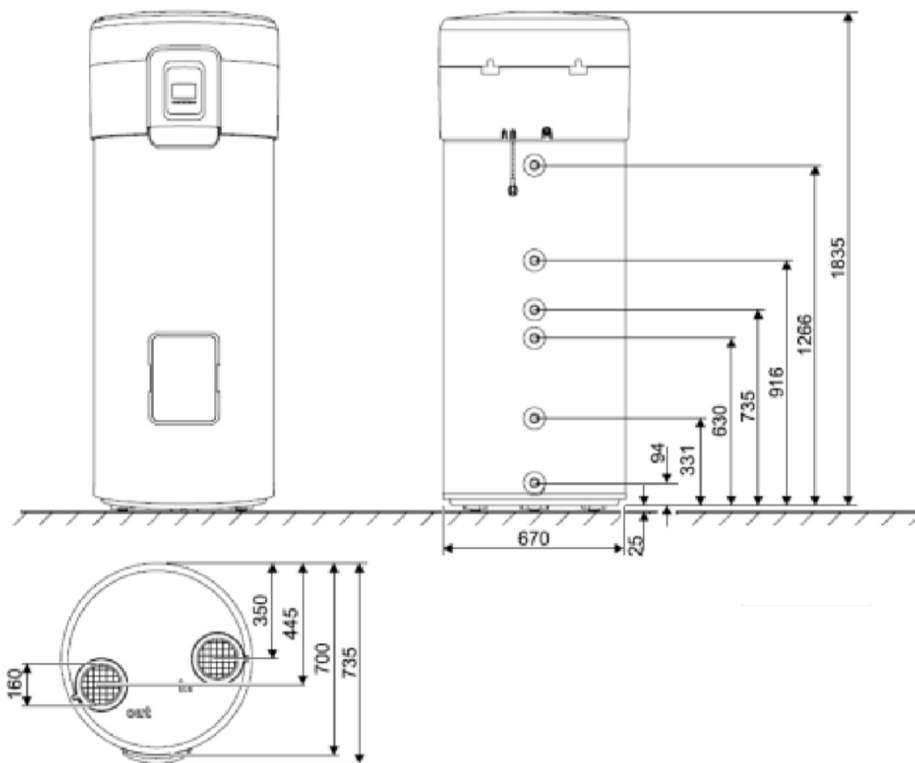
Model		<b>06</b>	<b>08</b>	<b>10</b>	<b>14</b>
Typ zařízení		Tepelné čerpadlo			
Výrobce		PZP			
Systém		vzduch-voda			
Energetická třída		A++/A+			
W35/W55					
Provedení		Venkovní			
Řízení kompresoru		ON/OFF			
Tepelný výkon	[kW]	6,26	8,08	10,91	13,23
COP (A2/W35)		3,52	3,53	3,69	3,57
Tepelný výkon	[kW]	5,97	7,92	10,24	12,90
COP (A2/W55)		1,87	1,90	2,48	2,47
Max výstupní teplota	[°C]	58	58	58	58
Rozsah teplot zdroje tepla	[°C]	od -18 do +35			
Připojovací rozměr		G 1 1/4"			
Chladivo		R410A			
Napájení	[V/Hz]	3 × 400/ 50			



	A [mm]	B [mm]	C [mm]	D [mm]	E [mm]	F [mm]	G [mm]	H [mm]	Hmotnost [kg]
<b>06</b>	1170	1230	1167	146	330	375	600	498	165
<b>08</b>	1170	1230	1167	146	330	375	600	498	165
<b>10</b>	1170	1430	1367	146	330	375	600	498	185
<b>14</b>	1395	1430	1367	146	330	375	600	498	185



Model		Compres 5000 DW 270-3 CFO
Typ zařízení		Tepelné čerpadlo
Výrobce		Junkers
System		vzduch/voda
Energetická třída		A
Provedení		Vnitřní
Cena (bez DPH)	[Kč]	47 700
Jmenovitý příkon	[kW]	0,6
Topný výkon elektrického dohřevu	[kW]	2
Topný výkon	[kW]	2,0
Topný faktor COP dle EN16147		2,95
Objem zásobníku	[l]	260
Rozsah teplot zdroje tepla	[°C]	Od -10 do 35
Chladivo		R134a



	Výška [mm]	Šířka [mm]	Hloubka [mm]	Hmotnost [kg]
<b>Compres 5000 DW 270-3 CFO</b>	1835	700	735	121